

Александр Степанович ПОПОВ
1859—1905

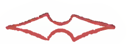

БИБЛИОТЕКА
РУССКОЙ
НАУКИ

БИБЛИОТЕКА РУССКОЙ НАУКИ

математика
механика
физика
астрономия

Государственное издательство
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва - 1959

А. С. ПОПОВ



О БЕСПРОВОЛОЧНОЙ ТЕЛЕГРАФИИ

СБОРНИК
СТАТЕЙ, ДОКЛАДОВ, ПИСЕМ
И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

•

Под редакцией
и со вступительной статьей
А. И. БЕРГА

С примечаниями
М. И. РАДОВСКОГО



Государственное издательство
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва - 1959

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Малый промежуток времени с момента изобретения радио А. С. Поповым до момента смерти изобретателя — с 25 апреля (7 мая) 1895 г. по 31 декабря 1905 г.— очень важен в развитии науки и техники. На это десятилетие падают первые шаги одного из величайших открытий — открытия беспроволочного телеграфа.

В связи с исполнившимся столетием со дня рождения А. С. Попова Физматгиз дает советскому читателю собрание материалов, относящихся к этой знаменательной дате: статей, докладов и писем самого А. С. Попова, протокольных записей, известий в периодической печати, отзывов современников. Здесь нашли место и другие материалы, освещающие общественный резонанс немногочисленной тогда русской интеллигенции на открытие, совершавшееся на их глазах.

Давая отзывы современников (в том числе и зарубежных), составитель счел долгом сообщить читателю сведения о ряде ученых, на труды которых ссылается А. С. Попов, а также о лицах, высказывавшихся о значении изобретения, сделанного на нашей Родине, и о роли в нем А. С. Попова.

Настоящее издание рассчитано на широкий круг читателей: педагогов, инженеров, студенчество, историков,

специалистов радио и вообще всех лиц, интересующихся историей науки. Представленные здесь материалы собраны из многих источников, мало доступных рядовому читателю.

Сборник составлен и снабжен необходимыми комментариями М. И. Радовским. Издательство выражает благодарность В. И. Шамшуру, который внимательно просмотрел рукопись сборника и высказал ряд полезных замечаний.

А. И. БЕРГ

А. С. ПОПОВ — ИЗОБРЕТАТЕЛЬ РАДИО



Исторические заслуги судятся не по тому, чего *не дали* исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они *дали нового* сравнительно с своими предшественниками.

В. И. ЛЕНИН
(Сочинения, т. 2, стр. 166, 4-е изд.)

Предшественники А. С. Попова

Давая оценку достижений отдельного человека, необходимо помнить, в какую эпоху он работал, каков был уровень знаний в этот период и на чем он мог базироваться в своих исследованиях. Надо объективно сравнить его достижения с успехами его предшественников, современников и последователей. С этой точки зрения нам следует оценить работу и жизнь Попова, этого великого новатора.

Нам, живущим в эпоху повсеместного, как нам теперь кажется, применения электричества и радио, не так легко понять положение вещей на грани двух последних веков. Нелегко установить связь между первым радиоприемником А. С. Попова 1895 г. и современным сложным ламповым многоконтурным супергетеродином. Велика разница также между современным многокаскадным ламповым радиопередатчиком и первыми искровыми станциями с вибратором Герца. И все-таки это — звенья одной цепи событий, изобретений и открытий.

Попов создал свою первую схему радиоприемника, основываясь на достижениях своих предшественников; некоторые из них подошли вплотную к изобретению радио. Но никто из них, и это бесспорно, не может претендовать на звание изобретателя радио.

Неоспоримы заслуги великого и бессмертного Фарадея (1791—1867), открывшего закон индукции (1831) и изменившего все представления об электричестве и магнетизме, заставив перенести внимание на среду, окружающую наэлектризованные тела, проводники с током и магниты. Гениальная прозорливость этого величайшего

экспериментатора заложила фундамент для дальнейших изысканий, которые подтвердили правоту его революционных взглядов, оспаривавшихся на протяжении многих десятилетий не только рядовыми, но и крупнейшими учеными мира.

Фарадей всю свою жизнь был одинок в своих взглядах, и понадобилось время, понадобились новые условия для подтверждения его идей. Фарадей заложил прочный, основательный фундамент, на котором можно было строить дальнейшие сооружения науки об электричестве и магнетизме, и заставил прекратить изыскания на базе идей о мгновенном действии на расстоянии.

В архивах Королевского Общества в Англии хранится письмо М. Фарадея, датированное 12 марта 1832 г., в котором он говорит о своем убеждении, что распространение электрической и магнитной сил есть явление колебательное и происходящее с конечной скоростью.

Великий математический толкователь идей Фарадея английский ученый Максвелл (1831—1879), основатель электромагнитной теории света (1864—1873), сделал дальнейший значительный шаг и подкрепил эксперименты Фарадея стройной теорией. И этот гениальный физик долгие годы оставался одиноким, так как он опередил свою эпоху, и его проникновенные идеи были выше понимания многих его современников. Максвелл, умерший в возрасте 48 лет и переживший Фарадея только на 12 лет, не дожил до всеобщего признания своих идей, до появления истолкователя их, сумевшего облечь их в более доступную математическую форму и подтвердить правильность их прямым экспериментом. Но Максвелл был далек от всякого практического использования своих теорий и даже от экспериментальной их проверки.

Фарадей и Максвелл подготовили почву для Генриха Герца (1857—1894), смело и настойчиво искавшего экспериментальные пути для доказательства свободного существования электромагнитных волн и их распространения с конечной скоростью в свободном пространстве, как это вытекало из теории Максвелла. Понадобились годы упорной и целеустремленной работы блестящего физика и экспериментатора, прежде чем он убедился

сам и смог окончательно сформулировать в 1888 г. результаты своих классических опытов. Герц был первым человеком, сознательно управлявшим электромагнитными волнами и доказавшим идентичность многих их свойств со свойствами света. Громадной заслугой Герца было также создание условий и приборов для излучения волн такой длины, с которыми можно было экспериментировать в пределах небольшой лаборатории, а также в разработке резонатора для обнаружения этих волн. Герц в своих опытах пользовался длинами волн от 60 *см* до 6 *м*. Но Герц не выходил со своими опытами за пределы лаборатории, хотя и ощущал, по его словам, неудобства работы в стесненном стенами здании. Он и не мог этого сделать, так как его резонатор был слишком груб для восприятия слабых электромагнитных колебаний за пределами комнаты. Вместе с тем задолго до его исследований был известен способ обнаружения электромагнитных волн по их воздействию на плохие контакты. Герц почему-то не воспользовался этим и ограничился применением гораздо более грубого индикатора. Поэтому, не умаляя заслуг Герца, сделавшего свое имя бессмертным благодаря своим замечательным исследованиям и, к сожалению, скончавшегося очень рано (в возрасте 37 лет), мы не можем рассматривать его иначе, как одного из талантливейших предшественников изобретателя радио. Герц и не думал о практическом применении своих волн для связи и не ставил себе подобной задачи. Он сделал следующий шаг, огромный по своему значению, и вооружил своих последователей новыми возможностями и верой в правоту идей Фарадея и Максвелла.

У Максвелла было много сторонников, и среди них следует отметить американского ученого Юза (1831—1900), проводившего интереснейшие работы с электромагнитными волнами. Он экспериментировал в этой области ранее Герца (с 1878 г.) и даже обнаружил их влияние на плохие контакты (1879), располагая, таким образом, гораздо более чувствительным индикатором, чем тот, которым пользовался Герц. Но он не опубликовал своих наблюдений; у него не было передатчика, знаменитого вибратора Герца, и он не сумел поставить достаточно

систематизированных и убедительных опытов; он лишь предполагал, что имел дело с электромагнитными волнами, но искал, подтверждения этих предположений в оценке крупнейших ученых того времени (1880). Тут его постигла неудача, так как после многочасового изучения его экспериментов эти ученые так и не поняли их сущности. Юз не скрывал своего разочарования, когда понял, что мог бы оказаться изобретателем радио.

Историк радиотехники Фаи (Fahie), подготавливая книгу по истории беспроволочного телеграфирования (в 1899 г.), обратился к проф. Уильяму Круксу с просьбой уточнить свои высказывания, сделанные в 1892 г. относительно его участия в некоторых из опытов по телеграфированию без проводов. У. Крукс ответил, что он имел в виду опыты профессора Юза, но так как они не были опубликованы, он не считал себя вправе вникать в этот вопрос глубже. Он предложил Фаи запросить по этому вопросу самого Юза. Последний ответил в своем письме так:

«Ваше письмо навеяло на меня поток старых воспоминаний о моих опытах с воздушным телеграфом. Они были совершенно неизвестны широкой публике, и я боялся, что те немногие выдающиеся люди, которые их видели, об этом позабыли или запамятовали, каким образом были достигнуты продемонстрированные им результаты. Теперь уже поздно возбуждать вопрос о приоритете, так как я никогда не публиковал ни слова по этому вопросу; и было бы нелойяльным по отношению к лицам, работавшим на этом же поприще позже меня, выдвигать теперь совершенно неожиданно свои претензии на первенство в опытах, которые они производили, конечно, не ведая о моих работах».

По просьбе Фаи профессор Юз в другом письме после упоминания о своих работах над микрофоном добавил:

«Дальнейшие исследования доказали, что прерывающийся ток, проходя через индуктивность, вызывал столь сильные экстратоки, что вся атмосфера в комнате (или в некоторых отдаленных комнатах) получала мгновенно невидимый заряд, который обнаруживался в телефоне, соединенном с микрофонным контактом. Это при-

вело меня к поискам лучшей формы приемника этих невидимых волн, которые, очевидно, проникали через все объекты, включая стены и др. ... Я обнаружил, что все микрофонные контакты являлись чрезвычайно чувствительными приемниками..., в то время как плохой контакт между металлами был также весьма чувствителен, но спекался после прохождения электрических волн.

Чувствительность этих микрофонных контактов в металлах была повторно открыта г. Бранли в Париже и профессором Оливером Лоджем в Англии».

Далее, ссылаясь на демонстрацию своих опытов в 1880 г. Споттисвуду (Spottiswoode), Хаксли (Huxley) и Стоксу (Stokes), Юз пишет:

«Профессор Стокс не мог согласиться с моим мнением о наличии электрических волн, не известных до этого времени, но считал, что я имел совершенно достаточно оригинального материала для прочтения доклада в Королевском Обществе». И далее: «Я был так разочарован моей неспособностью убедить их в наличии этих электрических волн, что фактически отказался писать что-либо по этому вопросу до тех пор, пока я не окажусь в состоянии более убедительно продемонстрировать их существование; я продолжал мои опыты на протяжении нескольких лет в надежде добиться возможности безупречной научной демонстрации наличия воздушных электрических волн, возбужденных искрой от экстратока в катушках, электризацией трением или вторичными обмотками катушек. Блестящая демонстрация этих волн была реализована профессором Герцем, который в своих мастерских исследованиях по данному вопросу в 1887—1889 гг. полностью продемонстрировал не только их существование, но и их идентичность с обычным светом... Тогда я понял, что уже слишком поздно выступать с моими давнишними экспериментами, и, воздержавшись от публикации моих результатов и примененных методов, я был должен наблюдать, как другие повторно делали те открытия, которые я уже сделал».

Все это показывает, к сожалению для Юза, что его имя не может быть поставлено в ряд с предшественниками изобретателя радио, так как результаты его опытов

оставались неизвестными и, очевидно, ни в какой мере не способствовали открытиям более поздних исследователей; кроме того, Юз располагал всего лишь чувствительным индикатором, но он не имел ни передатчика, созданного Герцем, ни радиоприемника, созданного Поповым. На примере Юза мы видим, как сложны пути развития науки и как много смелости и настойчивости надо иметь для того, чтобы стать новатором.

Мы уже упоминали, что Герц мог бы воспользоваться более чувствительным индикатором, если бы учел работы в области изменения проводимости плохих контактов от воздействия электрических разрядов. Это явление впервые открыл и описал Мунк-аф-Розеншельдт еще в 1838 г. В последующие годы оно было повторно открыто рядом исследователей и в том числе и Юзом.

Молодой французский физик Эдуард Бранли работал над прохождением тока через плохие контакты и обнаружил изменение их проводимости под действием искровых разрядов, исходивших от соседних физических приборов. Он занялся изучением этого вопроса и сконструировал индикатор электромагнитных волн, ставший в дальнейшем неотъемлемой частью всех радиоприемников на протяжении 15 лет. Он опубликовал результаты своих замечательных работ в 1890—1891 гг. Фактически Бранли экспериментировал с электромагнитными волнами на протяжении нескольких лет, но не пошел дальше лабораторных изысканий и не имел ни идеи, ни намерения практически использовать результаты своих открытий.

Английский физик Оливер Лодж занимался одновременно с Герцем проверкой идей Фарадея — Максвелла. Изучив работы Герца, он в 1894 г. решил их воспроизвести, причем ему пришла мысль использовать новый индикатор, открытый Бранли, для обнаружения электромагнитных волн. Лодж применил вибратор Герца и усовершенствованный им индикатор Бранли (названный им когерером) и рядом блестящих опытов осуществил передачу и прием электромагнитных волн в пределах лаборатории и близлежащего пространства. Он применил впервые встряхивание когерера для восстановления

его чувствительности после ее потери в результате воздействия радиоволн, для чего использовал пружинный механизм от аппарата Морзе. Лодж был весьма близок к изобретению радиосвязи, но не оценил подобной возможности и не ставил себе задачи по увеличению расстояния. Его приборы никак не были приспособлены для связи, так как он не пользовался приемной антенной и располагал лишь грубым, своего изделия, индикатором-когерером. Лодж был ближе кого-либо из своих предшественников к изобретению радио, но он не осуществил этого, дав, однако, толчок для работы многим из своих последователей, в том числе Попову и Маркони. В этом его неоспоримая заслуга.

Итак, многие ученые занимались исследованиями в области электромагнитных волн, старались понять сущность происходящих явлений, вникая в отдельные их детали, и способствовали, таким образом, лучшему их усвоению. Но все же никто из них не предвидел огромных возможностей, которые были у них буквально в руках.

Английский ученый Крукс не работал непосредственно с электромагнитными волнами, но, зная о работах Максвелла, Герца, Юза и Лоджа, понял таящиеся в них возможности. В феврале 1892 г. он писал в «Fortnightly Review»:

«Лучи света не проходят через стены или, как мы отлично знаем, через лондонский туман, но электромагнитные волны длиной в ярд или более легко проходят через такую среду, которая для них прозрачна. Здесь открывается изумительная возможность телеграфирования без проводов, почты, кабеля или других наших теперешних дорогих приборов. При реализации некоторых разумных предпосылок все это оказывается в пределах реального осуществления. В настоящее время экспериментаторы могут возбуждать электромагнитные волны любой длины и поддерживать их излучение в пространстве во всех направлениях. Можно также применять некоторые из этих волн, если не все, пропусканием их через соответствующие тела, действующие как линзы, и направлять пучок волн в любую сторону. Экспериментатор,

находящийся на некотором расстоянии, может принять эти волны на подходящий прибор, и таким образом путем применения посылки сигналов по коду Морзе можно осуществить связь одного оператора с другим». И далее: «Что остается открыть? Это, во-первых, более простые и надежные способы генерирования электрических лучей заданной длины волны, от кратчайших, скажем, в несколько футов, которые свободно пройдут через строения и туман, до тех длинных волн, которые измеряются десятками, сотнями и тысячами миль; во-вторых, более чувствительные приемники, которые будут отзываться на длины волн, лежащие в известных пределах, и не будут принимать другие, и, в-третьих, способы концентрации пучка лучей в любом заданном направлении при помощи линз или рефлекторов, благодаря чему чувствительность приемников (по-видимому, наиболее трудная из проблем, подлежащих разрешению) может быть меньше, чем в том случае, если принимаются волны, просто излучаемые в пространство и в нем затухающие».

Далее: «С первого взгляда можно возражать против этого плана вследствие отсутствия секретности связи. Если корреспонденты разделены расстоянием в одну милю и передатчик посылает энергию во всех направлениях, то любое лицо, живущее на этом расстоянии, также могло бы принимать сигналы. С этим можно бороться двумя путями. Если точно известны места передатчика и приемника, то можно было бы с большей или меньшей точностью концентрировать лучи в направлении на приемник. Если же передатчик и приемник перемещаются и направленная связь не может быть применена, то корреспонденты настраивают свои приборы на определенную длину волны, например в 50 ярдов; здесь предполагается, что дальнейшие изобретения приведут к приборам, которые можно будет настраивать поворотом винта или изменением длины проволоки с тем, чтобы осуществить прием волн заданной длины. Так, если настройка соответствует 50 ярдам, то передатчик может излучать и приемник принимать волны от 45 до 55 ярдов, исключая все другие. Имея в виду, что в нашем распоряжении для выбора будет весь диапазон волн от нескольких футов до

нескольких тысяч миль, надо полагать, что секретность была бы обеспечена, так как даже при самой неисправимой любопытности пришлось бы отказаться от работы по просмотру нескольких миллионов возможных длин волны со слабым шансом, наконец, натолкнуться на ту именно волну, которую желательно подслушать. Применяя коды для зашифровки сигналов, можно даже эти усилия сделать тщетными. Это не простой сон мечтательного философа. Все необходимое для осуществления этой задачи для повседневного применения находится в пределах возможности открытий и столь явно лежит на пути исследований, которые энергично производятся во всех столицах Европы, что мы можем ожидать услышать ежедневно, что это вышло за пределы предположений в область трезвых фактов. Уже сейчас телеграфирование без проводов возможно в пределах немногих сотен ярдов, и несколько лет назад я присутствовал на опытах, при которых сигналы передавались из одной части здания в другую без всяких проводов, примерно таким же способом, который здесь описан».

Как уже сказано выше, в последних строках своей статьи Крукс туманно говорит об опытах Юза. Надо отдать справедливость Круксу, что он с исключительной проницательностью предсказал события, которые произошли в весьма близком будущем. В это время опыты уже велись во многих странах, и почва для осуществления радиосвязи была настолько подготовлена, что оставалось сделать только один шаг для практического применения уже известных порознь изученных физических явлений.

Этот шаг и был сделан русским физиком Александром Степановичем Поповым в 1895 г.

Краткие биографические сведения об Александре Степановиче Попове

Александр Степанович Попов родился 4(16) марта 1859 г., 100 лет назад, в семье священника поселка Турьинские рудники, Пермской губернии, на Урале (ныне гор. Краснотурьинск).

Уже в раннем детстве будущий изобретатель радио проявлял глубокий интерес к машинам и оборудованию расположенного поблизости Богословского медеплавильного завода.

Свое образование А. С. Попов начал в Долматовской духовной школе, расположенной в 400 *км* от Турьинского рудника. Через два года он переехал в г. Екатеринбург (Свердловск), где жила его старшая сестра Мария Степановна Левицкая, и поступил в Екатеринбургское духовное училище.

С 1873 по 1877 г. он учился в Пермской духовной семинарии. Здесь будущий ученый и изобретатель уделял все свободное время самообразованию в области физики и математики, выделяясь среди сверстников своими способностями и знаниями. Родители Попова, уделявшие много времени делу народного образования, пошли навстречу желаниям сына заниматься физикой, математикой и прикладными науками и согласились на его поступление в университет.

20 июля 1877 г. А. С. Попов выехал в Петербург, где после упорной работы сдал вступительные экзамены и осенью был принят на физико-математический факультет университета по математическому отделению.

Первое время А. С. Попов жил вместе со своим братом Рафаилом и помогал ему в технической работе по изданию журнала «Мирское Слово». Однако эта работа отвлекала его от университетских занятий, и через два года он уехал от брата и начал самостоятельную жизнь, перебиваясь уроками, работая иногда электромонтером и одновременно помогая своим сестрам.

Среди профессуры университета в годы, когда там учился А. С. Попов, выделялись такие крупные физики, как профессора Ф. Ф. Петрушевский, И. И. Боргман и Н. Г. Егоров.

Несмотря на крайнюю материальную нужду и необходимость тратить много времени на добывание средств к существованию, А. С. Попов вскоре обратил на себя внимание профессуры. Будучи студентом IV курса, он исполнял обязанности ассистента профессора, что было редким

случаем в истории университета. На Электротехнической выставке в Петербурге в 1881 г. он был объяснителем. Совместно с несколькими своими товарищами он участвовал в работе научных кружков, на которых студенты пополняли свои знания по математической физике и электромагнетизму. Одновременно с научными занятиями он принимал участие в первых установках электрического освещения, будучи участником товарищества «Электротехник».

В 1883 г. он окончил университет с отличными оценками и был приглашен остаться при нем для подготовки к профессорской деятельности по кафедре физики. Однако существовавшие в университете условия для самостоятельной научной работы по электротехнике вследствие недостаточности оборудования лабораторий не удовлетворяли Попова. В связи с этим Александр Степанович принял предложенную ему в 1883 г. Морским ведомством должность преподавателя в Минной школе и в Минном офицерском классе в Кронштадте, где имелся, пожалуй, лучший тогда в России физический кабинет.

В том же 1883 г. в журнале «Электричество» появилась первая работа А. С. Попова, озаглавленная: «Условия наивыгоднейшего действия динамо-электрической машины». В это время ему было 24 года.

Вначале А. С. Попов работал ассистентом у А. С. Степанова по гальванизму, но уже с 1884 г. начал самостоятельно читать курс физики и электротехники, совмещая преподавательскую деятельность с серьезной научно-исследовательской работой. В 1887 г. он участвовал вместе с А. И. Садовским в Красноярской экспедиции по изучению солнечного затмения. В Минной школе и в Минном офицерском классе Попов проработал около 18 лет. Несколько лет, начиная с 1890 г., он преподавал также в Морском техническом училище. Внедрение электротехники во флот, проходившее с большими трудностями из-за новизны дела, требовало углубленной разработки многих вопросов. В первые же годы работы в Минном классе Попову пришлось столкнуться, например, с вопросами изоляции электропроводки. Изучая работу аккумулятора, он разработал оригинальный способ

определения остаточного заряда по удельному весу жидкости, нашедший себе широкое применение во флоте.

При Минном офицерском классе имелась библиотека, которая выписывала все наиболее крупные иностранные журналы по физике и электротехнике. Регулярно следя за иностранной литературой, А. С. Попов ознакомился в 1888 г. с достижениями Феррариса и Теслы, открывших вращающееся магнитное поле и возможность постройки электродвигателей переменного тока. Он хорошо знал также работы русского инженера М. О. Доливо-Добровольского, сконструировавшего первый надежный асинхронный электродвигатель.

А. С. Попов с интересом следил за развитием и конкуренцией систем постоянного и переменного тока и постепенным внедрением переменного тока в промышленность.

А. С. Попов был уже вполне зрелым преподавателем и научным работником после четырех лет пребывания его в Кронштадте, когда Генрих Герц в 1888 г. опубликовал результаты своих двухлетних экспериментальных исследований по проверке теории Максвелла. Достигнутые Герцем результаты всколыхнули весь ученый мир и побудили многих исследователей воспроизводить и продолжать его работы с электромагнитными волнами.

В начале 1889 г. А. С. Попов присутствовал на заседании Русского физико-химического общества, на котором профессор С.-Петербургского университета Н. Г. Егоров воспроизводил опыты Герца. Демонстрация, требовавшая полной темноты для обнаружения ничтожной искры в резонаторе Герца, заинтересовала Попова, но показалась ему мало наглядной. К весне 1890 г. А. С. Попов подготовил более эффективные приборы, которые с большим успехом демонстрировал на своей лекции «Новейшие исследования о соотношении между световыми и электрическими явлениями», прочитанной в Кронштадтском морском собрании.

Эта лекция была первым публичным выступлением А. С. Попова с демонстрацией опытов Герца и, по свидетельству участника собрания Н. Н. Георгиевского, А. С. Попов закончил ее словами: «Человеческий организм не имеет еще такого органа чувств, который замечал бы

электромагнитные волны в эфире; если бы изобрести такой прибор, который заменил бы нам электромагнитные чувства, то его можно было бы применять к передаче сигналов на расстояние».

Эти слова А. С. Попова свидетельствовали о том, что он не только правильно оценил значение открытия электромагнитных волн, но и продолжал размышлять о практическом применении их для осуществления беспроволочной связи, идя в этом направлении дальше, а не подчинившись слепо, как очень многие физики того времени, распространенному в то время мнению, будто практическое применение электромагнитных волн не имеет каких-либо реальных перспектив.

Слова А. С. Попова, видимо, повлияли и на появление аналогичного высказывания на страницах русского журнала «Электричество» в 1890 г. В № 1—5 журнала был напечатан обзор О. Д. Хвольсона «Об опытах Герца и их значении», который автор заканчивал словами: «Опыты Герца пока кабинетные; что из них разовьется дальше и не представляют ли они зародыш новых отделов электротехники — этого решить в настоящее время невозможно». Редакция журнала «Электричество» не согласилась со столь осторожным высказыванием автора и добавила: «Например, телеграфия без проводов, наподобие оптической» (примечание редакции журнала «Электричество»). Таким образом, первое высказывание о возможностях применения электромагнитных волн на страницах русской технической печати появилось на два года раньше, чем упомянутая выше статья Крукса в английской печати.

Высказанная А. С. Поповым мысль о возможности использования электромагнитных колебаний для связи была им осуществлена семью годами позже.

В 1893 г. А. С. Попов как крупный ученый командируется на Чикагскую всемирную выставку, где изучает новейшие достижения в интересующей его области электротехники и магнетизма.

В том же году А. С. Попов вновь возвращается к вопросам, ставшим в дальнейшем основным содержанием его деятельности, и выступает в Кронштадте с докладом

«Электрические явления при токах с большим числом перемен», посвященным работам Теслы.

А. С. Попов отчетливо понимал значение связи без проводов для флота. Но педагогическая работа и необходимость пополнять свой бюджет постоянно отвлекали его от работы с радиоволнами. С 1889 г. он в течение девяти лет ежегодно с ранней весны до поздней осени работал в Нижнем Новгороде как директор электростанции на территории Нижегородской ярмарки.

Во время отсутствия А. С. Попова его помощник Петр Николаевич Рыбкин продолжал экспериментальные работы, постоянно переписываясь с Александром Степановичем и получая от него непосредственные указания.

К 1894 г. А. С. Попов располагал достаточно надежно работавшим возбудителем электромагнитных колебаний, построенным по образцу вибратора Герца, однако приемная часть его не удовлетворяла. Зная работы Бранли и Лоджа, он решил усовершенствовать когерер и разработать приемную схему, обладающую большей чувствительностью и автоматизацией работы когерера.

С этой целью он применил механизм электрического звонка для автоматического встряхивания когерера и электромагнитное реле для приведения в действие звонка. Кроме того, приемник был экранирован для защиты от непосредственного воздействия переменных полей. Усовершенствованная таким образом схема стала гораздо более чувствительной и надежной. Экспериментируя с ней в 1894 г., Попов добился сразу же приема сигналов за несколько метров. Вскоре он обнаружил, что дальность действия его приемника значительно увеличивается при присоединении провода к когереру. Так появилась приемная антенна, принципиально изменившая условия работы всей схемы.

В результате всех своих нововведений и усовершенствований А. С. Попов создал первую в мире приемную радиостанцию, значительно превосходившую по своей технической завершенности и высокой чувствительности как проволочный резонатор Герца, так и резонатор Лоджа, когерер которого встряхивала пружина от аппарата

Морзе случайно, и поэтому он не обеспечивал регулярного приема сигналов.

Установив в одном из опытов в саду Минной школы, что радиоприемник отзывается на сигналы и тогда, когда вибратор не работает, А. С. Попов понял, что его приемник реагирует на грозовые разряды. Так появилась вторая конструкция приемной радиостанции — грозоотметчик, имевший пишущее перо, барабан с бумагой для записи разрядов и часовой механизм для вращения барабана.

Датой изобретения радио принято считать 25 апреля (7 мая) 1895 г., когда А. С. Попов выступил с публичным докладом и демонстрацией на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества на тему «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям».

Этот доклад сопровождался демонстрацией работы радиоприемника, причем источником колебаний служил расположенный неподалеку вибратор Герца. А. С. Попов закончил доклад следующими словами: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его сможет быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

В дальнейшем оказалось, что имевшийся в распоряжении Попова усовершенствованный им вибратор Герца был достаточно мощным источником электромагнитных колебаний, и он поступил совершенно правильно, обратив свое внимание на приемную часть.

Вскоре после исторического заседания Русского физико-химического общества окончились занятия в Минном классе, и Попов, передав изготовленный им вслед за приемником грозоотметчик в Лесной институт, уехал, как обычно, в Нижний Новгород. Грозоотметчик все лето работал отлично. В Нижнем Новгороде А. С. Попов построил еще один грозоотметчик, использовав его на электростанции для предупреждения о грозе (в то время при грозе электрическая сеть выключалась и заземлялась).

В конце сентября 1895 г. Попов ввел в свой радиоприемник запись сигналов на ленту с помощью аппарата Морзе. Этим закончилось изготовление приемной радиостанции с пишущим приемом. От дальнейшего практического применения нового радиоприемника Попова отвлекли на некоторое время его работы над лучами Рентгена. В декабре 1895 г. в печати появились первые сведения об открытии Рентгена. А. С. Попов заинтересовался и вскоре сконструировал рентгеновский аппарат, который в 1896 г. был применен его женой, врачом Раисой Алексеевной, в Кронштадтском морском госпитале.

Уже в начале 1896 г. Попов демонстрирует свой радиоприемник в Кронштадтском отделении Русского технического общества, отметив желательность испытания его на более значительных расстояниях. При этом он демонстрирует прием сигналов от вибратора Герца, расположенного в другом зале.

Такую же демонстрацию А. С. Попов провел и 24 марта 1896 г. на заседании Русского физико-химического общества в физической аудитории университета.

Весной 1897 г. Попов осуществил связь между судами по радио на Кронштадтском рейде, где была достигнута дальность передачи в 640 *м*. В том же году, летом, дальность связи была доведена до 5 *км*.

В 1898 г. А. С. Попов получил премию Русского технического общества, в 1900 г. Электротехнический институт присвоил ему звание почетного инженера-электрика, а в 1901 г. А. С. Попов был избран почетным членом Русского технического общества.

В 1898 и 1899 гг. продолжались дальнейшие экспериментальные работы А. С. Попова на Балтийском и Черном морях. В 1900 г. во время работ по снятию севшего на камни у острова Гогланд в Финском заливе броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» впервые в мире была осуществлена практическая линия радиосвязи в Балтийском море на расстоянии 47 *км* между островом Гогланд и окрестностями города Котка, в Финляндии.

Весной 1899 г. Попов был за границей и имел возможность ознакомиться с производившимися там работами. В 1901 г. в Электротехническом институте в Петербурге

открылась вакансия на должность профессора физики. На эту должность был приглашен А. С. Попов. Он согласился принять кафедру, но поставил непременным условием сохранение за ним права оставаться на службе в Морском ведомстве, чтобы продолжать работу по организации беспроволочного телеграфа на судах русского флота. Попову было разрешено перейти в Электротехнический институт, и он продолжал там работать до последних дней своей жизни, совмещая педагогическую деятельность с работой в Морском техническом комитете.

В разгар революционных событий, в сентябре 1905 г. Попов был избран профессурой первым выборным директором Электротехнического института в Петербурге. После тяжелого объяснения с министром внутренних дел А. С. Попов 31 декабря (ст. ст.) 1905 г. скоропостижно скончался от кровоизлияния в мозг в возрасте 46 лет.

Оценка А. С. Поповым своей роли в деле изобретения радио

Все лица, близко соприкасавшиеся с А. С. Поповым, характеризуют его как человека неразговорчивого, скромного и даже застенчивого и непрактичного. Он любил свое дело, свою научную, педагогическую и инженерную работу и в ней находил удовлетворение. Он был далек от мысли о возможности извлечения каких-либо материальных выгод из результатов своей работы. Однако он отчетливо сознавал значение своего изобретения и неоднократно высказывался по этому вопросу устно и письменно.

Нужно внимательно вдуматься в его высказывания, чтобы понять, как он оценивал сам свою роль в деле изобретения и развития радио.

Первые сведения об опытах с приборами, привезенными молодым итальянцем Маркони в Англию, и о достигнутых им результатах попали в Россию осенью 1896 г. В связи с отсутствием каких-либо подробностей о сущности этих опытов в ежедневной прессе начали появляться различные небылицы,

Отвечая на заметку, появившуюся в кронштадтской газете «Котлин», в которой говорилось об «изобретении» Маркони, и желая внести ясность в этот вопрос, Попов писал 8 января 1897 г. в заметке «Телеграфирование без проводов», помещенной в той же газете:

«Подобный прибор, на этом же принципе основанный, был устроен мною в 1895 г. В апреле этого года прибор был демонстрирован в заседании Физического отделения Русского физико-химического общества... Мой прибор отвечает звонком на электрические волны, и с ним можно производить все опыты, описанные в № 3 газеты «Котлин», потому что в этом приборе электрическая волна действует на телеграфное реле, а при помощи реле можно ввести в цепь какую угодно постороннюю энергию... В пределах одной мили сигнализация и сейчас возможна... Действие тумана на электрические волны не было наблюдаемо..., поэтому можно ожидать существенную пользу от применения этих явлений в морском деле».

Отвечая на заметки, появившиеся в «Новом времени» и в «Петербургской газете» в июле 1897 г., в которых Попов как изобретатель обвинялся в неуместной скромности, он отмечает, что его опыты и приборы были описаны в январе и феврале 1896 г. и три раза были предметом сообщений в петербургских ученых обществах в том же году. Далее он пишет: «Осенью 1896 г. появились краткие газетные сообщения о работах Маркони, причем сущность опытов была тщательно скрываема, но результат их — возможность передачи сигналов на расстояния, превосходящие километр,— были засвидетельствованы Присом... Предполагая, что этот результат был достигнут на пути, намеченном мною, я снова обратился к опытам, поощряемый многими представителями Морского ведомства, так как практическое значение электрической сигнализации и на незначительных расстояниях может быть важно в военно-морском деле». Указав, что предварительные опыты, произведенные в Кронштадтской гавани с приборами, предназначенными для лекционных целей, дали дальность связи на 200—300 сажен, Попов пишет: «В июне были опубликованы Присом новые результаты опытов Маркони и подробности приборов. При

этом оказалось, что *приемник Маркони по своим составным частям одинаков с моим прибором, построенным в 1895 г.* (курсив мой.— *А. Б.*)... В заключение несколько слов по поводу «открытия» Маркони. Заслуга открытия явлений, послуживших Маркони, принадлежит Герцу и Бранли, затем идет целый ряд приложений, начатых Минчиным, Лоджем и многими после них, в том числе и мною. А Маркони первый имел смелость стать на практическую почву и достиг в своих опытах больших расстояний усовершенствованием действующих приборов и усилением энергии источников электрических колебаний».

Таким образом, Попов совершенно отчетливо говорит об идентичности приемника Маркони, впервые описанного в иностранной литературе в июне 1897 г., со своим радиоприемником, построенным в 1895 г., описание которого было опубликовано в начале 1896 г. И вместе с тем тут же он отдает должное смелости и предприимчивости Маркони.

Между тем интерес к опытам по беспроволочному телеграфированию непрерывно возрастал, и осенью 1897 г. Попов получил разрешение от морского командования на публичное выступление по этому вопросу. Выступая 31 октября 1897 г. на общем собрании членов Электротехнического отдела Русского технического общества с сообщением «О телеграфировании без проводов» и давая оценку всем опытам по применению электромагнитных волн для связи, выполненным до него, Попов говорит: «Однако только что описанные приборы не будут обладать еще одним существенным свойством, которое необходимо для сигнализации, потому что действие электромагнитной волны приводит к тому, что цепь местной батареи замыкается, и затем ток уже не прекращается. *Для того чтобы было возможно телеграфировать, нужно было придумать еще одно приспособление, которое и было сделано мною в 1895 г.* (курсив мой.— *А. Б.*). Бранли, Лодж и другие пользовались простым механическим сотрясением для того, чтобы нарушить связь опилок и разомкнуть цепь, но моей задачей было такое устройство, чтобы замыкание местной цепи автоматически вызывало и сотрясение опилок, причем ток замкнется только на мгновение.

Достигнуто это было самыми простыми средствами». Объяснив устройство и действие своего радиоприемника, Попов пишет далее:

«Таким образом, является возможность всякую волну, достигнувшую трубки, отметить электрическим звонком. Прежде всего я воспользовался своим прибором для метеорологических целей». Далее он говорит, что его прибор был вскоре приспособлен для опытов Герца с электрическими лучами. «Все опыты с моими приборами производились на средства Морского министерства и происходили в 1895—1896 гг. Все, что было описано, содержится и в приборе Маркони, который применил вибратор системы профессора Риги... *Схема опытов Маркони изображена на чертеже* [стр. 87], *откуда видна полная тождественность составных частей с моим прибором*» (курсив мой.— *А. Б.*).

По приглашению Электротехнического института Попов выступает с сообщением «О телеграфировании без проводов» 19 октября 1897 г. Повторив рассказ о сущности действия радиотелеграфных приборов, Попов говорит:

«Имея прибор, который я описал, в руках с апреля 1895 г., было интересно определить, на каких расстояниях возможно было этим прибором обнаружить электромагнитную волну. Лодж (в Англии в 1894 г.) пытался достигнуть больших расстояний и достигал 60 ярдов. С тем прибором, который вы видели здесь, весной 1895 г. я перебрался из комнаты в сад делать испытания, и тут первые эксперименты показали, куда нужно идти, — прибор отвечал на растоянии 30—40 сажен... Зимой 1896 г. Прис делал сообщение в Английском электротехническом обществе показывая приборы, те самые, как потом оказалось, которые здесь мы видели, но источник волн был поставлен в деревянном ящике. С марта этого (1897.— *А. Б.*) года я начал подготавливать приборы для опытов передачи сигналов с помощью электромагнитных волн на большие расстояния...»

«Пришлось производить опыты в гавани на подвижном маленьком судне, и первые же опыты показали возможность обнаружения волн вполне отчетливо на расстоя-

нии до 300 сажен, а дальше могли быть обнаружены наиболее энергичные разряды, случайно выделяющиеся среди более слабых... Если же приемник снабдить очень длинным вертикальным проводником, что можно легко сделать на судне, то расстояние, на котором волны будут действовать на приемник, еще увеличится, так как, увеличивая длину приемной проволоки, мы захватываем энергию с большей части пространства. Есть и еще средства для увеличения чувствительности приемников, а именно— увеличение чувствительности реле, употребляемого в цепи с чувствительной трубкой. Воспользовавшись и этим средством, мы достигли на открытом месте с тем же вибратором расстояний, доходящих до 1,5 версты. Это были первые шаги. Устроив вибратор, способный запасать еще бо́льшую первоначальную энергию, можно было достигнуть еще бо́льших расстояний... Оказалось, что с бо́льшим вибратором можно дойти до трех верст. Сейчас же можно было увеличить расстояние, взяв более высокую мачту. При высоте ее около 8—9 сажен (на большом судне) достигнуто расстояние в 5 верст. Опыты наши производились на средства Морского министерства. Наши опыты были подготовлены к началу кампании (1897 г.), а в июне месяце появились публикации о приборе Маркони. Все, что имелось у нас, содержится и в приборе Маркони... В заключение остается сказать, что слишком легкие первые шаги в этом деле позволяют надеяться и на значительное увеличение расстояния».

Наконец, в том же 1897 г. Попов обращается с письмом в редакцию английского журнала «Electrician», в котором напоминает о своих докладах и публикациях, и в заключение говорит: «Из предшествующих заметок может быть сделан вывод, что устройство приемника Маркони является воспроизведением моего грозоотметчика».

Таким образом, сразу же после появления первых публикаций об опытах Маркони Попов неоднократно в устных докладах и письменно подтверждал полную идентичность радиоприемника Маркони со своим приемником, причем указывал, что совершенно независимо от Маркони и раньше его он получал дальность связи на Кронштадтском

рейде более 600 *м* и на суше более 1,5 версты, а летом 1897 г. П. Н. Рыбкин достиг дальности связи в 5 верст с его приборами, подготовленными ранее появления каких-либо описаний приборов Маркони. Все это показывает, что Попов уже в 1897 г. отдавал себе отчет в значении своего изобретения и, не говоря пока об этом открыто, по существу, упорно доказывал свой приоритет. По мере появления в иностранной литературе необоснованных утверждений о первенстве Маркони в изобретении радио и предъявлении соответствующих претензий Попов переходит к более определенным формулировкам.

В декабре 1897 г. коммерческие агенты только что организованного общества Маркони проникли в Россию, и Министерство финансов запрашивает мнение Морского технического комитета по поводу претензий «иностранца Маркони», защищаемых представителями его в России инженерами-технологами Каупе и Чекаловым. Морской технический комитет пересылает весь материал А. С. Попову, который в своем отзыве 8 января 1898 г. говорит следующее:

«Передача сигналов с помощью электрических импульсов, возбуждаемых при посредстве различных вибраторов и приемников с чувствительными трубками или слабыми контактами, не представляет новости для Морского ведомства, где работа в этом направлении производится с 1895 г. Все источники электрических колебаний, перечисленные в спецификации г. Маркони, по существу известны и вошли в курсы специальных учебных заведений и Морского ведомства не позднее 1893 г...».

«Комбинация чувствительной трубки, реле и электромагнитного молоточка для встряхивания трубки, а также соединение электродов трубки с одной стороны с высоко поднятым изолированным проводом, а с другой стороны — с землею, *придуманы и опубликованы преподавателем Минного класса А. Поповым в 1895 г.* (курсив мой.— *А. Б.*). Указана при этом возможность введения в действие пишущих аппаратов и сигнализации с помощью этого прибора на расстояние. Новыми могут считаться только немногие частности, но ни одна из комбинаций, перечисленных в описании Маркони, не нова».

Не ограничиваясь этим отзывом, А. С. Попов посылает письменный протест в Министерство финансов против выдачи Маркони патента в России.

В своих воспоминаниях о первых этапах развития радиотехники в Германии, в статье «На заре радио», опубликованной в журнале «Говорит СССР» (май 1935 г., № 9), профессор Б. И. Угримов пишет, что ему удалось получить от А. С. Попова в 1898 г., по просьбе германского профессора Слаби, описание его первых работ, в результате чего германский патент на изобретение радио Маркони выдан не был. В своем письме А. С. Попов в теплых тонах выразил Б. И. Угримову свою признательность и благодарил его за защиту русского изобретения на немецкой территории.

В докладе на имя главного инспектора Минного отдела от 23 января 1899 г. А. С. Попов пишет: «Во Франции опыты телеграфирования без проводников также обратили на себя внимание, как только разнеслись известия об опытах в Англии; господин Е. Дюкрете, инженер и фабрикант научных приборов, обратил внимание на мою работу, опубликованную в 1896 г., и *восстановил мое первенство в изобретении перед французскими учеными и техническими обществами* (курсив мой.— *А. Б.*). Пользуясь моими указаниями и средствами своей прекрасной мастерской, г. Дюкрете построил вполне законченный прибор для телеграфирования без проводов... В заключение могу присовокупить, что опубликованные до сих пор сведения об опытах в иностранных государствах показывают, что все располагают почти тождественными приборами и если были случаи передачи телеграмм на расстояния, превосходящие наши, то везде это достигалось с помощью специально установленных мачт, значительно более высоких, чем наши судовые... Достигнутые же в наших условиях расстояния надо считать хорошими, и с уверенностью можно утверждать, что специально приспособленные легкие мачты... дадут расстояния, для большинства надобностей достаточные...».

В докладной записке в Морской технический комитет от 19 августа 1899 г. А. С. Попов с гордостью констатирует, что «до сих пор г. Дюкрете, исполняющий для нас,

по моим указаниям, приборы телеграфирования, работал также для французского флота... На Парижской выставке фигурируют такие приборы с надписью: «Попов — Дюкрете — Тиссо».

В 1899 г. Попов внес существенное упрощение в приемную схему, позволившее осуществлять прием радиосигналов на слух при помощи телефона, включенного в цепь когерера, что привело к значительному увеличению дальности связи. Это явилось результатом случайного открытия, сделанного П. Н. Рыбкиным и Д. С. Троицким, использованного Поповым и доработанного им.

Усовершенствования, внесенные Поповым для этой цели в когерер, позволили практически осуществлять прием сигналов на телефон, что дало А. С. Попову основание испросить привилегию на телефонный приемник для депеш, посылаемых с помощью электромагнитных волн. Насколько нам известно, это единственная патентная заявка, сделанная А. С. Поповым. Патент на привилегию № 6006 был выдан А. С. Попову 30 ноября 1901 г.

Имевшийся уже к этому времени (1899) четырехлетний опыт работ в области радиотелеграфирования позволил Попову 29 декабря 1899 г. в своем докладе на соединенном собрании Электротехнического отдела Русского технического общества и Первого всероссийского электротехнического съезда более объективно подытожить достигнутые результаты и оценить значение своей работы: «Для того чтобы на станции приема привести в действие телеграфный аппарат, употребляется особая комбинация, *впервые установленная мною в моем «приборе для обнаружения и регистрирования электрических колебаний»* (курсив мой.— *А. Б.*). Этот прибор мною был описан и демонстрирован в апреле 1895 г. в собрании Физического отделения Русского физико-химического общества; печатные описания его появились в январской книжке журнала этого общества за 1896 год». Далее, дав описание своего радиоприемника, он говорит: «Я остановился на описании этого прибора потому, что все его части целиком входят в приемную станцию беспроволочного телеграфа...». И далее: «В специальных английских журналах появились

статьи о первенстве в изобретении беспроволочного телеграфа, вызванные главным образом формулировкой привилегии Маркони, в которой он много общеизвестных фактов приписал себе, игнорируя работы и имена известных ученых...

Был ли мой прибор известен Маркони или нет, что, пожалуй, вероятнее, но во всяком случае моя комбинация *реле, трубки и электромагнитного молоточка послужила основой первой привилегии Маркони* (курсив мой.— *А. Б.*), как новая комбинация уже известных приборов... Во Франции мой прибор был описан в некоторых журналах, и при появлении описания приборов Маркони указано было сходство приемной станции с моим прибором... *Вопросы о приоритете на новые изобретения в настоящее время очень трудно разрешимы* (курсив мой.— *А. Б.*) вследствие того, что многие лица занимаются одновременно одним и тем же предметом, *и могут решаться чисто формальным способом по времени печатного опубликования работ*» (курсив мой.— *А. Б.*).

Но ведь именно формальное печатное опубликование приемной схемы было сделано А. С. Поповым ранее кого бы то ни было. Отсюда, естественно, вытекает, что А. С. Попов, следуя своему собственному определению, должен был считать себя изобретателем радио.

Действительно, во всех известных нам выступлениях и в печати, письмах или докладах А. С. Попов опровергал приоритет Маркони и утверждал свое право на первенство в разработке приемной схемы. Попову приходилось противопоставлять свои достижения работам именно Маркони потому, что никто, кроме Маркони, не претендовал на изобретение радио.

Бросающаяся в глаза идентичность приемных схем Попова и Маркони, опубликованных в разное время, дает основание Попову отводить Маркони в отношении приоритета на второе место.

Вместе с тем А. С. Попов неоднократно публично отдавал должное предприимчивости, энергии и изобретательности молодого итальянца и признавал, что в отношении практического применения радио он сделал чрезвычайно много.

Ни одно из указанных выше утверждений А. С. Попова никогда и никем не было опровергнуто, и поэтому мы, естественно, обязаны к ним присоединиться.

Оценка роли А. С. Попова в России

В дореволюционной России, обладавшей весьма слабо развитой промышленостью и транспортом, потребность в развитии средств связи не ощущалась. Даже деловые круги, привыкшие к неторопливой работе, не предъявляли никаких требований к улучшению весьма отсталых средств связи. В этой атмосфере застоя идеи Попова не могли найти энергичной поддержки.

На строительстве флота и на развитии его техники экономические и политические условия, господствовавшие в России в период деятельности Попова, сказывались особенно болезненно. Эта обстановка порождала господство бездарных руководителей, неспособных к добросовестной, вдумчивой и инициативной работе, приведших флот к цусимскому поражению в 1905 г.

На этом фоне Минная школа и Минный офицерский класс в Кронштадте выделялись как прогрессивные учреждения. Нобходимо учитывать, что Минная школа и Минный офицерский класс не были ни высшим учебным заведением, ни научно-исследовательским институтом и имели своей основной задачей подготовку в короткий срок узких специалистов совершенно определенного профиля для военно-морского флота. Очевидно, что такая школа не располагала ни необходимыми средствами, ни материальной базой для широкой постановки научных экспериментов и для постройки сложных приборов.

Кроме того, надо иметь в виду, что А. С. Попов работал в военно-морском учебном заведении и, следовательно, был ограничен в своих возможностях выступления на поприще коммерческой деятельности в отличие от Маркони. Успех его работы целиком зависел от условий, которые ему могло или хотело предоставлять морское командование, которое, конечно, прекрасно понимало необходимость и значение улучшения весьма примитивных средств связи флота, почти не изменившихся за 200 лет,

в то время как деревянный парусный и гребной флот был заменен быстроходным паровым флотом.

Однако неповоротливость и консерватизм высших чинов требовали немало усилий, чтобы привлечь их внимание к новым и мало им понятным вопросам. Наконец, поняв смысл и значение работы Попова, морское командование, естественно, было связано необходимостью соблюдения секретности, хотя бы до тех пор, пока в открытой печати не появились сообщения о работах по телеграфированию без проводов в других местах.

Так, 10 сентября 1897 г. заведующий Минным офицерским классом капитан второго ранга Васильев, испрашивая разрешения на доклад А. С. Попова о телеграфировании без проводов на Съезде начальников телеграфов и электротехников в Одессе, считал нужным донести:

«При этом докладываю, что о результатах опытов телеграфирования без проводов, производившихся в кампанию с. г. в Минном отряде, в докладе на Съезде сообщено не будет».

И действительно, на этом съезде Попов только упоминает об опытах, происходивших в 1895 и 1896 гг., и о тождественности составных частей схемы Маркони со своей схемой радиоприемника.

По-видимому, это ограничение было снято вскоре после Одесского съезда, так как уже в своем сообщении от 19 октября 1897 г. в Электротехническом институте Попов упоминает о результатах летних опытов в Минном отряде в Транзунде.

В своих воспоминаниях о совместной работе с А. С. Поповым в первые годы его пребывания в Кронштадте профессор Н. Н. Георгиевский пишет: «Уже скоро, несмотря на свою скромность и застенчивость, которые были так хорошо известны всем его товарищам, он стал не только в классе, но и в Морском ведомстве пользоваться большим авторитетом по всем теоретическим и практическим вопросам в области электротехники. К 1889 г., когда я его заместил в ассистировании на лекциях А. С. Степанова, ни один крупный вопрос, так или иначе соприкасающийся с областями физики и в особенности электротехники, не решался в Морском ведомстве без

участия А. С. Попова. Такое быстрое завоевание авторитета в морской среде, помимо солидной подготовки и солидных теоретических знаний, объяснялось также и тем обаянием, которое сказывалось в общении А. С. Попова с соприкасавшимися с ним».

Характеризуя условия работы в Кронштадте, Н. Н. Георгиевский далее пишет: «Если в Петербурге экспериментаторы, работающие в лабораториях, не имеющих собственных механических мастерских, могли все-таки обращаться за помощью к хорошим механикам без затраты большого времени, то лаборатории Кронштадта сильно страдали от отдаленности от Петербурга. За всякой мелочью как по механической части, так и по стеклу приходилось ехать в Петербург; в Кронштадте не было ни точных механиков, ни опытных стеклодувов».

О том, как Попов сумел пробудить интерес к новым вопросам физики, можно судить по следующим высказываниям Н. Н. Георгиевского: «А. С. Попов весьма охотно знакомил устно широкие морские круги с результатами своих работ. Он даже считал своим долгом ежегодно, обычно к концу зимы, в феврале — марте, делиться с моряками достижениями в области физики и электротехники. Он прочитал в Минном офицерском классе ряд систематических лекций по отдельным вопросам или группе вопросов. Моряки обычно с нетерпением ожидали этих лекций, и сами лекции были для класса настоящим праздником, на который приезжали моряки даже из Петербурга».

Все это говорит о том, что среда, с которой приходилось общаться Попову, была достаточно культурна и восприимчива к новшествам и общая обстановка застоя и бездеятельности в стране коснулась ее меньше, чем других кругов русской интеллигенции.

К 1893 г. авторитет А. С. Попова настолько возрос, что, когда представилась возможность послать представителей флота на всемирную выставку в Чикаго, морское командование остановило свой выбор на нем.

В своем ходатайстве перед Морским министерством главный командир Кронштадтского порта адмирал Шварц 16 марта 1893 г. пишет: «По представлению заведующего

Минным офицерским классом означенную командировку с наибольшей пользой для класса и Морского министерства мог бы выполнить преподаватель Минного офицерского класса и Технического училища Морского ведомства коллежский асессор Попов, специально изучающий практическое применение электричества».

Эта поездка значительно расширила кругозор А. С. Попова и вооружила его для более продуктивной работы в области электротехники.

В декабре 1894 г. капитан второго ранга Вирениус, представляя А. С. Попова к награждению орденом, дает блестящую характеристику 11-летней работы его в Минном офицерском классе. Он пишет:

«За это время А. С. Попов заслужил общее уважение и вполне заслуженную славу прекрасного профессора и серьезного ученого, чутко относящегося к развитию науки, новыми приобретениями которой он всегда охотно делился с помощью чрезвычайно интересных лекций и сообщений, читанных им неоднократно в Минном классе, в Морском собрании, в Кронштадте и в Морском музее в г. С.-Петербурге. Его советами и мнением в вопросах электротехники неоднократно уже пользовался Морской технический комитет».

Свидетельством наличия интереса к научным и техническим вопросам среди некоторых морских офицеров может служить организация в Кронштадте Русского технического общества в 1894 г., причем А. С. Попов был выбран товарищем председателя и в этой общественной должности состоял до 1898 г.

Таким образом, мы видим, что ко времени первого своего публичного выступления с результатами своих работ в области приема радиоволн А. С. Попов был уже вполне зрелым ученым и признанным авторитетом по вопросам электричества во флоте.

В дальнейшем Попов неоднократно ссылался на заключительные слова своего первого доклада и статьи, напечатанные в начале 1896г., подчеркивая этим, что он уже тогда, весной 1895 г., отчетливо представлял себе возможность и необходимость применения своего приемника для обеспечения связи без проводов.

Среди руководителей флота имелись такие честные, талантливые и культурные люди, как, например, адмирал С. О. Макаров, которые содействовали развитию морской науки и техники; было также немало дельных молодых офицеров, любивших флот и болезненно реагировавших на все пороки царского режима. Интерес к науке и ее достижениям поддерживался среди прогрессивных ученых и инженеров научными обществами, в состав которых входило много образованных и знающих свое дело людей.

Давая оценку отношению морского командования, деловых кругов и общественности к А. С. Попову, его изобретению и его работе, необходимо учитывать особенности политической обстановки и экономического положения России того периода. Судя по воспоминаниям современников, А. С. Попов был хорошо принят в Минной школе и Минном офицерском классе и получил возможность заниматься, наряду с педагогической работой, также и научно-исследовательской деятельностью, изучать литературу в имевшейся в классе хорошей библиотеке и следить за развитием физики и электротехники.

Попов поступил в Минную школу в 1883 г., но уже в 1886 г. начались приготовления к Красноярской экспедиции по изучению солнечного затмения, и морское командование разрешило ему принять участие в этой работе. Летом и осенью 1887 г. он отсутствовал несколько месяцев, участвуя в Красноярской экспедиции. занимаясь фотометрическим изучением солнечной короны.

Работа Попова над созданием связи без проводов вначале не привлекла внимания морского командования. Его первые доклады в Петербурге и Кронштадте тоже прошли незаметно. Существовала версия, будто в начале 1896 г. А. С. Попов впервые обратился к морскому командованию с ходатайством об отпуске денег на опыты и будто управляющий Морским министерством адмирал Тыртов признал это предложение «химерой» и в отпуске денег отказал. А. С. Попов никогда об этом не говорил и неоднократно подчеркивал, что его опыты поощрялись морским командованием.

Так, в своей заметке от 3 августа 1897 г. он прямо пишет, ссылаясь на первые сведения об опытах Приса, полученные в России:

«Я снова обратился к опытам, поощряемый многими представителями Морского ведомства».

Далее, в докладе 19 октября 1897 г. в Электротехническом институте он снова подчеркивает: «Все опыты с моими приборами производились на средства Морского министерства и происходили в 1895—1896 годах».

Это он подчеркивал неоднократно и позже.

Поэтому вряд ли можно считать вероятным рассказ о «химере». Во всяком случае достоверно, что А. С. Попов возбудил ходатайство об отпуске 300 рублей в апреле 1897 г. По-видимому, А. С. Попов до этого заручился согласием главного инспектора минного дела контр-адмирала Скрыдлова на производство опытов, так как начальник Минного класса капитан второго ранга Васильев пишет ему 21 апреля:

«Преподаватель Минного офицерского класса А. С. Попов предложил свой труд для производства предварительных опытов по телеграфированию без проводов в бо́льших размерах, чем он проводил до сего времени в кабинетах класса. При этом г. Попов заявил мне, что производство этих опытов в принципе одобрено Вашим превосходительством».

Просимые 300 рублей были отпущены Скрыдловым 8 мая 1897 г. Для предварительных опытов Попову была предоставлена возможность работать на Кронштадтском рейде.

Результаты опытов 1897 г. в Учебно-минном отряде в Транзунде, проведенных П. Н. Рыбкиным, превзошли ожидания морского командования, и к работам Попова был впервые проявлен некоторый интерес, что выразилось в том, что были отпущены добавочные средства на опыты, а управляющий Морским министерством пожелал выслушать 22 декабря 1897 г. сообщение А. С. Попова о телеграфировании без проводов.

Первым формальным признанием заслуг А. С. Попова в России является присуждение ему премии Советом Русского технического общества в 1898 г. В формулировке соответствующего постановления говорится:

«При содействии Морского ведомства А. С. Попов к началу кампании (1897 г.— *А. Б.*) уже имел коллекцию приборов, вполне законченную для опытов сигнализации, и, таким образом, в течение лета 1897 г. совершенно независимо от Маркони (описание приборов Маркони появилось только в июне) А. С. Попов организовал в Транзунде телеграфирование без проводов...».

«Из всего изложенного видно, что предложение А. С. Попова представляет не только прибор, научно и технически разработанный, но уже и испытанный на практике... как приемник электромагнитных волн, распространявшихся к нему с расстояния 5 верст, и, следовательно, пригодный для телеграфирования без проводов».

Опыты 1898 г. в Транзунде еще более укрепили авторитет А. С. Попова, и весной 1899 г. Морское министерство соглашается на его ходатайство о командировании его за границу для заказа приборов и ознакомления с практикой постановки преподавания электричества в иностранных институтах.

Следующим этапом в признании его заслуг является решение Совета Электротехнического института от 7 декабря 1899 г. о присвоении А. С. Попову почетного звания инженера-электрика.

В протоколе говорится, что «А. С. Попов заслуживает возведения в почетное звание инженера-электрика как выдающийся русский изобретатель по телеграфированию без проводов».

Летом 1899 г. на Черном море происходили опыты по телеграфированию между судами эскадры, давшие дальность до 16 морских миль. В том же году весной и летом были проведены опыты по приему радиотелеграмм на телефон, включенный последовательно с когерером, также давшие положительные результаты. Все это оказалось весьма кстати, так как Морское министерство в конце 1899 г. в связи с аварией броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» находилось в крайне затруднительном положении вследствие отсутствия связи между островом Гогланд и материком.

Председатель Технического комитета вице-адмирал Диков внес 10 декабря 1899 г. предложение управляю-

щему Морским министерством, в котором говорил: «Если бы встретилась надобность связать о-в Гогланд телеграфным сообщением без проводов с материком, то при средствах, имеющихся в нашем распоряжении, это дело является вполне осуществимым...»

«Устройство станции может быть сделано под руководством преподавателя Минного офицерского класса А. С. Попова и ассистента Рыбкина, из которых один будет работать на Гогланде, а другой — на Котке».

Очевидно, в это время акции телеграфирования без проводов во флоте еще не были особенно велики, так как адмирал Тыртов наложил резолюцию:

«Попытаться можно, согласен на поручение всего этого дела лицам, указанным в докладе Технического комитета».

Но во всяком случае этим санкционировалась первая попытка практического использования радиотелеграфа на дальность порядка 47 *км*. В период подготовки к гогландским испытаниям 29 декабря 1899 г. происходил первый Всероссийский электротехнический съезд, на котором А. С. Попов прочел доклад «Телеграфирование без проводов», иллюстрированный всесторонними опытами.

В протокольной записи об этом заседании говорится: «Н. Г. Егоров указал, как на редкое явление, на то, что А. С. Попов, который свое открытие сделал ранее открытия Маркони, между тем как бо́льшая доля известности досталась этому последнему, не потерял спокойствия духа и, сохраняя полную самоуверенность, продолжает самостоятельно, непрерывно расширять область своих исследований и опытов, которые, как видно из прочитанного доклада, уже привели его к практическому пользованию телефонами...».

«Выражая от имени присутствующих искреннюю благодарность А. С. Попову за интересный доклад, Н. Г. Егоров поздравил его с достигнутыми им результатами и пожелал ему еще более славного успеха в дальнейшей разработке одной из капитальных практических задач».

Успешное обеспечение беспроводной связи между Гогландом и Коткой на протяжении нескольких месяцев в начале 1900 г. окончательно укрепило авторитет

Попова и заставило, наконец, морское командование уверовать в значение этого дела. 7 марта 1900 г. председатель Технического комитета вице-адмирал Диков пишет управляющему Морским министерством:

«С установкой сообщения по беспроволочному телеграфу между Гогландом и Коткой на расстоянии 26,5 миль можно считать опыты с этим способом сигнализации законченными, и Морской технический комитет полагает, что наступило время вводить беспроволочный телеграф на судах нашего флота, о чем и представляет на рассмотрение Вашего превосходительства».

Теперь уж заслуги Попова полностью признаются, и в этом документе дальше говорится, что следует теоретическую разработку телеграфирования без проводов продолжать и дальше с неослабной энергией и что Морской технический комитет полагает «целесообразнее всего поручить эту работу изобретателю беспроволочного телеграфа, преподавателю Минного офицерского класса коллежскому советнику Попову...».

«Морской технический комитет ходатайствует о вознаграждении Попова как изобретателя, положив за каждую телеграфную станцию, которая будет установлена на судне и на берегу, единовременную выдачу г. Попову по 300 рублей».

В этом же документе Морской технический комитет ходатайствует о награждении А. С. Попова и П. Н. Рыбкина денежными наградами.

Весьма характерно, что на награждение Попова реагировал главный командир Кронштадтского порта С. О. Макаров, выдающийся и весьма образованный адмирал. В письме от 26 апреля 1900 г. он пишет:

«Милостивый государь Александр Степанович, с удовольствием спешу уведомить Вас о последовавшем высочайшем соизволении на выдачу вам 33 тыс. руб. в вознаграждение за Ваши непрерывные труды по применению телеграфирования без проводов на судах флота и от души поздравляю» [1]).

[1]) Фактически эта сумма была не наградой, а возмещением А. С. Попову того заработка, которого он должен был лишиться, принимая на себя выполнение поручения Морского технического комитета.

Осенью 1900 г. Морское ведомство командирует А. С. Попова в Германию для изучения предложений фирмы Шеффер во Франкфурте-на-Майне о поставке приборов для телеграфирования без проводов, сделанных Морскому министерству в мае 1900 г. На основании информации Попова предложение этой фирмы было отклонено.

При этом морское командование высказывает пожелание, чтобы в дальнейшем радиотелеграфные станции строились в России.

Так, 23 сентября 1903 г. вице-адмирал Верховский сообщает в Морской технический комитет: «Управляющий Морским министерством приказал принять меры к тому, чтобы аппараты и все необходимые предметы для телеграфирования без проводов могли быть изготовляемы у нас самих, в России, и не зависеть от заграничных заводов».

Однако никаких реальных мер по постановке на производство русских радиостанций и организации соответствующей промышленности командованием предпринято не было.

В связи с освобождением двух профессорских кафедр в Электротехническом институте в Петербурге директор института Н. Н. Качалов возбуждает ходатайство о назначении А. С. Попова профессором физики и, давая ему характеристику, в своем докладе от 27 марта 1901 г. пишет:

«Коллежский советник А. С. Попов, занимаясь уже более 15 лет преподаванием прикладной физики в Минном офицерском классе, пользуется известностью весьма опытного и даровитого преподавателя, а также чрезвычайно искусного экспериментатора и руководителя лабораторными занятиями учащихся. *В последнее же время он*

Как указывалось в докладе этого комитета управляющему Морским министерством: «...Попов получает в Морском инженерном училище 1200 рублей в год, кроме этого, за четыре летних месяца в Нижнем-Новгороде он получает 2500 рублей, и так как контракт, заключенный им с этим городом, истекает только через 8 лет, то он лишается 20 000 рублей. Таким образом, следовало бы выдавать г. Попову в течение 8 лет, которые он посвятит на усовершенствование беспроволочного телеграфа, по 3700 рублей в год или единовременную сумму, соответствующую этому».

стяжал себе громкую известность в России и за границей своим изобретением способа беспроволочного телеграфирования» (курсив мой.— *А. Б.*).

Таким образом, мы видим, что весной 1901 г. приоритет Попова как изобретателя радио не только признается в России Морским ведомством и учеными обществами, но и специально отмечается в официальной переписке между гражданскими учреждениями.

Интересно отметить, что Морское министерство, несомненно, дорожило А. С. Поповым и к 1901 г. поняло, что без него крайне трудно было бы оснащать флот радиотелеграфными приборами. Подтверждением этого может служить письмо главного инспектора минного дела контр-адмирала Остелецкого от 4 июня 1901 г. А. С. Попову, в котором он выражает опасение за неблагоприятные последствия для флота в случае перехода А. С. Попова в Электротехнический институт.

Имея приказание доложить этот вопрос управляющему Морским министерством, он пишет А. С. Попову: «Прошу Вас уведомить меня, имеете ли Вы возможность совместить столь хлопотливую и требующую много времени обязанность заведывания и установки беспроводного телеграфирования на судах флота, а также обучения личного состава с чтением лекций в Электротехническом институте. Мне кажется, что совмещение этих обязанностей вряд ли возможно, так как Ваше личное присутствие при установке аппаратуры беспроводного телеграфирования на судах крайне необходимо; кроме того, при настоящем состоянии телеграфирования без проводов нельзя считать это дело вполне законченным, почему очень желательно Ваше личное участие не только при установке, но и при действии этих аппаратов, иначе усовершенствование их не будет иметь желательного прогрессивного движения. При исходатайствовании Вам вознаграждения в 1900 г. (здесь идет речь о полученных Поповым 33 тыс. руб.— *А. Б.*) Комитет имел намерение привлечь Вас к делу телеграфирования без проводов на более продолжительное время. В настоящее время Вы проявили желание принять новые занятия в Электротехническом институте, и мне кажется, что благодаря этому разработка

вопросов о телеграфировании без проводов не может вестись Вами с той энергией, как это желательно».

Интересно отметить резолюцию на этом же документе, наложенную адмиралом Тыртовым 27 июня 1901 г.: «Препятствий к переходу г. Попова на службу в Министерство внутренних дел для назначения профессором Электротехнического института не имею при условии, чтобы г. Попов продолжал в течение 6 лет руководить этим делом во флоте и лично заниматься в летние месяцы дальнейшей разработкой и обучением».

После прихода в Кронштадт итальянского крейсера (в 1902 г.— *А. Б.*) адмирал С. О. Макаров, бывший в то время главным командиром Кронштадтского порта, представил свой доклад управляющему Морским министерством. В этом докладе он пишет:

«В бытность на Кронштадтском рейде итальянского крейсера «Карло Альберто» я познакомился с г. Маркони, который считается в Европе изобретателем беспроволочного телеграфа. Изобретатель беспроволочного телеграфа есть в сущности А. С. Попов, бывший преподаватель Минного офицерского класса, ибо задолго до того, как заговорили об изобретении Маркони, он в Минном классе на заседании показывал опыты беспроволочного телеграфирования. Тот факт, что он изобретатель, признан, и ему выдана за изобретение некоторая денежная награда».

Далее, указывая на внимание, которое уделяется делу беспроволочного телеграфирования в других странах, и на слабость наших кронштадтских мастерских, при помощи которых флот можно вооружить лишь в длительный срок, адмирал Макаров просит оказать А. С. Попову необходимую помощь организацией лаборатории и выделением необходимых средств. В это время А. С. Попов был уже профессором Электротехнического института и работал в Морском ведомстве лишь по совместительству. 2 августа 1902 г. управляющий Морским министерством адмирал Тыртов на этом ходатайстве адмирала Макарова накладывает следующую резолюцию:

«Надо иметь в виду, что профессор Попов поступил на службу в Электротехнический институт профессором, следовательно, он добровольно взял на себя обязанность

профессора. Я недоумеваю, каким образом без его желания можно убедить его заниматься только усовершенствованием способа телеграфирования без проводов. Об усилении средств мастерской — передать для делопроизводства в Главное управление. Против увеличения ничего не имею и вполне сознаю важность обладать возможностью телеграфировать без проводов на судах и фортах. К сожалению, дело это прививается очень туго и даже при участии самого изобретателя ограничивается крайне незначительным расстоянием, на которое удается передавать телеграммы».

Таким образом, управляющий Морским министерством адмирал Тыртов считал, что Морское ведомство приняло все меры для помощи Попову, но что он сам добровольно от этой работы отошел. Он не мог понять, что для быстрого развития радиотелеграфной связи во флоте необходимо было создать промышленность и серьезную исследовательскую базу, и без всякого основания считал основным виновником в медленном продвижении дела самого изобретателя Попова.

В 1903—1904 гг. начинается лихорадочная подготовка к войне с Японией, и на этом фоне медленные темпы работы кустарно поставленной кронштадтской мастерской Морского ведомства с ее скудным оборудованием и малым штатом выделяются еще более рельефно.

В Кронштадте идет непрерывная подготовка кораблей и отправка в одиночку и соединениями на Дальний Восток. В это время иностранные фирмы все настойчивее предлагают свои услуги, видя беспомощность царского правительства справиться своими средствами с задачей вооружения флота беспроволочной телеграфией.

17 июня 1903 г. адмирал Макаров повторно выступает с докладом, в котором предлагает еще более решительные меры для расширения применения беспроволочной телеграфии во флоте. Он пишет начальнику Главного морского штаба, что обучение новому делу поставлено плохо, и далее:

«Вместе с тем считаю долгом подтвердить мысль, высказанную мною в докладе от 13 июля 1902 г. за № 16791. Надо сознаться, что мы, инициаторы этого дела, теперь

сильно в нем отстали и благодаря той скудной постановке, в которой дело находится, я не думаю, что мы когда-нибудь догоним иностранцев. Надо или широко организовать у себя разработку этого вопроса, приставить к нему наиболее талантливых людей, или приобрести от Маркони его патент».

К сожалению, и это ходатайство адмирала Макарова не возымело должного действия, так как оно попало на крайне неблагоприятную почву. Во главе Главного морского штаба в то время стоял адмирал Рожественский, человек чрезвычайно энергичный, но крайне ограниченный. Его резолюция на докладе очень характерна:

«Профессору Попову, по-видимому, ни в чем не отказывали до сих пор, и если дело не идет вперед, то нельзя ждать больших успехов, не допустив свободной конкуренции».

Таким образом, вместо того, чтобы действительно помочь Попову, адмирал Рожественский ограничивается самооправданием и считает, что в России не существует условий для быстрого развития радиотелеграфного дела. Эта резолюция является, по существу, приговором развитию изобретения Попова в царской России, и с этого времени начинаются оживленные переговоры о покупке приборов за границей.

Летом и осенью 1904 г. спешно готовятся к отплытию на Дальний Восток 2-я и 3-я Тихоокеанские эскадры; оснащение кораблей беспроволочным телеграфом происходит при непосредственном участии Попова, но уже окончательно решен вопрос об установке на кораблях немецких радиостанций, поставляемых фирмой «Телефункен». Для проверки подготовки аппаратуры Попова посылают в Берлин. Наблюдая за подготовкой к вооружению кораблей 2-й Тихоокеанской эскадры средствами радиосвязи, А. С. Попов в письме из Берлина от 13 (26) июня 1904 г. дает картину безответственного оснащения кораблей. Излагая свое впечатление о техническом состоянии оборудования кораблей и о подготовленности личного состава к эксплуатации новых немецких приборов связи, он пишет:

«Приборы не были никому сданы и никто не обучен обращению с ними. Ни на одном корабле нет схемы приемных приборов. Заведывание приборами поручено артиллерийским офицерам по приказу. Но артиллерийские офицеры в данный момент завалены работой по приемкам и установке артиллерии».

Фирма «Телефункен» отнеслась недобросовестно к принятым обязательствам и поставляла отплывающей эскадре недоработанные, плохо смонтированные и ненадежные приборы.

Сохранился акт комиссии от 16 (29) сентября 1905 г., составленный в Манилле, на Филиппинах, на разоруженном после Цусимского боя крейсере «Жемчуг»:

«Работа по устройству станции на «Жемчуге» произведена в Кронштадте около середины августа 1904 г. представителями фирмы «Телефункен» при участии фирмы «Сименс-Гальске». Установка станции закончена в несколько дней и затем без всякого приемного испытания сразу перешла в руки и на ответственность неподготовленного персонала».

После поражения царского флота в Цусимском проливе, т. е. после катастрофы, в которой погибли лучшие силы царского флота, внедрение радиосвязи во флот затормозилось на несколько лет.

Летом 1905 г. лейтенант Энгельман просит у Морского министерства помощи для модернизации связи и для обучения телеграфистов. Бюрократы Морского ведомства ему отказывают в этом под предлогом, что «в настоящее время нет необходимости заботиться о подготовке кадров по беспроволочному телеграфу, так как их без того много и в связи с ожидаемым возвращением военнопленных из Японии, а также малочисленностью оставшегося флота потребность в новых кадрах становится еще меньше».

Лейтенант Энгельман, один из лучших учеников А. С. Попова, в ответ на эту замечательную резолюцию пишет из Гельсингфорса 16 июля 1905 г.:

«Я совершенно не знаю, что думать, как люди, ничего не понимающие, решаются утверждать, что флот имеет знающих телеграфистов. На второй эскадре все приборы переломаны от невежества офицеров и матросов. И вот

решают, что все обстоит благополучно и ничего не надо. После всего ужаса и позора, который пережила Россия за флот, во флоте находятся люди, которые утверждают, что учиться как раз не надо».

Александр Степанович Попов скончался от кровоизлияния в мозг 31 декабря 1905 г. (ст. ст.).

После скоропостижной кончины А. С. Попова в повседневной и специальной прессе было напечатано множество некрологов и воспоминаний, в которых единодушно отмечались заслуги Попова как изобретателя радио.

Однако и после смерти Попова в России нашелся человек, который высказал сомнение в том, что именно Попов изобрел радио.

В связи с этим в 1908 г. Физическое отделение Русского физико-химического общества назначило специальную комиссию, в состав которой вошли профессора О. Д. Хвольсон и Н. Г. Егоров. Эта комиссия списалась с несколькими иностранными учеными и на своем заседании от 11 ноября 1908 г., на основании всех имеющихся материалов, постановила:

«Таким образом, по имеющимся в нашем распоряжении данным, независимо от всяких прочих обстоятельств истории данного изобретения, А. С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфирования без проводов при помощи электрических волн».

Еще в 1906 г. при Электротехническом институте была учреждена премия «имени изобретателя беспроволочного телеграфа А. С. Попова». Первая премия в 500 руб. была присуждена В. Ф. Миткевичу за выдающуюся научную работу о вольтовой дуге; вторая премия была выдана Д. А. Рожанскому; третья премия в 1915 г. была присуждена В. И. Коваленкову за работу «Устанавливающиеся процессы и распространение прерывистого тока по телеграфным проводам».

В 1915 г. в Электротехническом институте отмечалось десятилетие со дня смерти А. С. Попова с участием делегаций от учреждений, основавших премию имени А. С. Попова.

Всеми этими актами русская дореволюционная общественность свидетельствовала свое признание работ А. С. Попова как изобретателя радио.

Оценка роли А. С. Попова за границей

Установить приоритет изобретения во всем мире всегда было и будет крайне трудной задачей. Можно было бы привести множество примеров великих изобретений, сделанных в прошлом столетии и до сих пор оспариваемых одними странами перед другими. Достаточно упомянуть паровую машину, гребной винт, двигатель внутреннего сгорания, динамомашину и электродвигатель, автомобиль, самолет и др. Разве можно утверждать, что существует международное единогласие о приоритете по этим всем известным и нашедшим всеобщее признание достижениям человеческого творчества?

Трудность установления приоритета в таких важных вопросах заключается еще в том, что жизнеспособные изобретения чрезвычайно быстро развиваются и видоизменяются настолько, что позднейшие формы весьма мало похожи на свои прообразы: более поздние изобретения нагромождаются на более ранние, иногда совершенно затеняя их.

Поэтому не приходится удивляться, что и в деле установления приоритета на изобретение радио нет, да и не может быть полного единодушия между различными странами.

За границей гораздо большей известностью, чем А. С. Попов, пользуется итальянец Маркони, которому часто приписывают честь изобретения радио, допуская грубую неточность в освещении фактов. Заслуги молодого и предприимчивого итальянца совершенно бесспорны, но не в деле изобретения радио, а в практической реализации и развитии в больших масштабах с исключительной энергией и настойчивостью тех возможностей, которые эта новая область техники открывала.

Однако все объективные исследователи отмечают и специально подчеркивают полную идентичность приемной схемы Маркони с первой схемой радиоприемника Попова,

и многие из них прямо говорят, что Маркони воспользовался схемой Попова. Для нас вопрос о заимствовании совершенно несуществен, так как из двух идентичных схем одна была опубликована ранее другой на полтора года.

Интересно отметить, что Маркони не скрывал своего знакомства с работами, опубликованными до начала его деятельности. Так, выступая в защиту своего приоритета в 1901 г. в США, он говорит:

«Мне известна публикация профессора Лоджа в 1894 г. в Лондоне, в Англии, озаглавленная «Творение Герца», и описание в ней различных приборов в связи с демонстрацией герцевских колебаний. Мне также знакомы доклады профессора Попова в журнале Физико-химического общества в России в 1895 или 1896 годах...».

Мы здесь не даем анализа изобретений и дальнейшей деятельности Маркони, но считаем уместным упомянуть о том, как Маркони сам освещает начало своей деятельности. В 1894 г. профессор Риги в городе Болонья в Италии воспроизводил опыты Герца, пользуясь в приемной части когерером Бранли — Лоджа. Иногда утверждают, что Маркони был прямым учеником Риги, однако в лекции, прочитанной Маркони в связи с получением премии Нобеля, в 1909 г.[1]) он говорил:

«Я никогда не изучал физики и электротехники систематически, хотя, еще будучи мальчиком, я очень интересовался этими вопросами. Однако я прослушал полный курс лекций по физике у покойного профессора Роза в Ливорно, и я был, как мне кажется, достаточно хорошо знаком с публикациями того времени, относящимися к научным вопросам, включая также работы Герца, Бранли и Риги» [2]).

Таким образом, Маркони был лишь вольнослушателем лекций профессора Риги, а не его учеником, как это иногда ошибочно утверждают. Несомненно, работы этого ученого оказали сильное влияние на молодого 20-летнего итальянца.

---

[1]) Нобелевская премия была присуждена Ф. Брауну и Г. Маркони.

[2]) Цитируется по книге Джибсона (Gibson) «Беспроволочный телеграф и телефон», Лондон, 1914, стр. 62.

Оценка роли А. С. Попова в Советском Союзе

Выше мы отметили, что в царской России еще при жизни А. С. Попова его приоритет в области изобретения радио был твердо установлен и признан как морским командованием, так и всей научной и инженерной общественностью, а также царским правительством, наградившим А. С. Попова довольно крупной суммой денег.

После смерти Попова в годы реакции была лишь одна попытка подвергнуть сомнению заслуги Попова, но и она встретила энергичный отпор со стороны крупнейших ученых, которые организовали в 1908 г., как указано выше, компетентную комиссию, вынесшую после всестороннего изучения истории вопроса специальное решение, подтверждающее приоритет Попова.

Между 1908 г. и революцией 1917 г. русская радиотехника развивалась очень медленно, и постепенно дело, начатое Поповым, попало в руки иностранных предприятий. Так, «Русское общество беспроволочных телеграфов и телефонов» (РОБТиТ) имело в числе своих акционеров и директоров самого Маркони и являлось, по существу, российским филиалом Общества Маркони. Завод «Общества Сименс и Гальске» в Петербурге был детищем германского общества «Сименс» и радиотелеграфного предприятия «Телефункен». Однако группа энергичных и образованных морских офицеров во главе с И. И. Ренгартеном, продолжавшая, начиная с 1908 г., работу Попова в Минном офицерском классе и в учебном Минном отряде в Кронштадте, поставила себе задачу создать русскую радиопромышленность со скромной целью на первых порах — вооружить русский флот отечественной аппаратурой. В 1910 г. в Петербург была переведена из Кронштадта радиомастерская, организованная в 1900 г. А. С. Поповым, а на базе ее в 1911 г. в Петербурге на месте Пироксилинового завода в Гребном порту было создано Радиотелеграфное депо Морского ведомства, разросшееся при советской власти в большой завод. Здесь зародилась русская радиопромышленность, основы которой были заложены А. С. Поповым и его преемниками.

Сразу после Великой Октябрьской социалистической революции молодой советской республике пришлось отстаивать свое существование, основываясь на своих собственных материальных ресурсах и на возможностях национализированной промышленности. В условиях гражданской войны и блокады значение радиосвязи особенно возросло. Вся связь с внешним миром и значительный объем связи с фронтами и внутри страны могли осуществляться только по радио. Поэтому Ленин с первых же дней революции уделял большое внимание организации радиодела и развитию радиостроительства в Советской России.

Основатель и организатор Советского государства Владимир Ильич Ленин оценил огромные возможности радио как массового средства пропаганды и агитации, как незаменимого способа приобщения всего населения страны к непосредственному участию в событиях. Великая Октябрьская социалистическая революция превратила искровые передатчики в мощные орудия большевистской пропаганды: передача по радио важнейших политических документов оказала огромное влияние на развитие революционной сознательности, имела исключительное агитационное значение. Беспроволочный телеграф стал оперативным передатчиком директив, обеспечивавших завоевания революции.

Декреты первых лет Октября, подготовленные по прямым указаниям В. И. Ленина и при его ближайшем участии, предписывали организовать радиотехническое дело в стране, создать отечественную радиопромышленность, учредить первый в мире Государственный радиотехнический институт, который должен был возникнуть на базе Нижегородской радиолаборатории, поручали последней организовать производство отечественных электронных ламп, предусматривали строительство широкой сети передающих и приемных радиостанций, использующих последние достижения радиотехники того времени. Все эти декреты легли в основу ленинского плана радиофикации страны, благодаря которому Советский Союз располагает в настоящее время широко развитой сетью радиостанций, мощной радиотехнической

промышленностью, многочисленными научно-исследовательскими институтами и лабораториями, широкой сетью радиотехнических факультетов. Все то, что намечал В. И. Ленин в плане радиофикации страны, было воплощено в последующие годы в масштабах, далеко превзошедших первоначальные наметки.

В связи с вниманием, которое партия и правительство уделяли радиостроительству в Советском Союзе, был поднят на должную высоту и авторитет изобретателя радио А. С. Попова.

Еще в 1922 г. профессор В. К. Лебединский вновь напомнил о роли Попова и показал, что ее начинают понимать иностранные историки. К этому начинанию присоединилось в дальнейшем еще несколько ученых и инженеров, работавших с А. С. Поповым, и началась подготовка к празднованию 30-летия со дня изобретения радио в нашей стране. Инициатива этого дела принадлежала опять-таки В. К. Лебединскому, которого поддержала Первая всесоюзная электротехническая конференция связи, происходившая в ноябре 1924 г. 30-летие изобретения радио было широко отмечено в 1925 г. в Москве, Ленинграде, Нижнем Новгороде и ряде других городов и ознаменовано несколькими официальными актами по увековечению памяти А. С. Попова. Его именем были названы крупнейшая аудитория в Ленинградском электротехническом институте, радиостанция в Сокольниках и Кронштадтская электроминная школа. Празднованием 30-летнего юбилея во всей стране в 1925 г. Советская Россия подчеркнула свое отношение к русскому изобретателю, дело которого весьма успешно продолжали наши ученые и инженеры быстро развивавшейся отечественной радиопромышленности.

Еще через 10 лет, в 1935 г., научно-техническая общественность нашей страны отметила 40-летие изобретения радио. В связи с этим юбилеем Песочная улица в Ленинграде, на которой находится Электротехнический институт имени Ульянова-Ленина, была переименована в улицу профессора Попова.

В Советском Союзе появилась специальная литература, посвященная памяти А. С. Попова; многочислен-

ные журнальные статьи, воспоминания и исследования, способствовавшие созданию достаточно полной картины работы и деятельности А. С. Попова.

Особенно широко по всей стране прошло торжественное празднование изобретения радио А. С. Поповым в 1945 г. В ознаменование 50-летия со дня изобретения специальным постановлением советского правительства было учреждено ежегодное празднование дня 7 мая как «Дня радио». Были учреждены также золотая медаль имени А. С. Попова, присуждаемая советским и зарубежным ученым за выдающиеся научные работы и изобретения в области радио, и значок «Почетный радист», установлены мемориальные доски на зданиях, где жил и работал изобретатель радио А. С. Попов. С этих пор проведение ежегодного «Дня радио» и созыв широких научно-технических конференций, посвященных вопросам развития всех областей радиотехники, стали ежегодной традицией Советской страны.

Заключение

Промежуток времени, отделяющий нас от эпохи изобретения радио, столь велик не только вследствие того, что нас разделяет свыше 60 лет, но главным образом из-за того, что за эти десятилетия произошло много событий первоочередной важности. С другой стороны, чем больше промежуток времени, прошедший со времени изобретения или открытия, тем шире историческая перспектива и тем легче объективно оценить его значение и влияние на дальнейший ход событий. Во времена А. С. Попова, работавшего над электромагнитными волнами с 1888 по 1905 г., радиотехника еще только зарождалась, и ее значение и возможности только предугадывались, тогда как ее дальнейшее развитие превзошло все ожидания.

Попов сделал дальнейший шаг по пути, которым шли многие его предшественники, но это был именно тот шаг, который разделил две эпохи в технике — эпоху до радио и эпоху последующую. Именно этот шаг перевел ход событий с лабораторных физических опытов на почву практического применения достижений науки.

Для того чтобы сделать этот шаг, надо было обладать качествами незаурядного человека, глубоким пониманием физики процессов и отдельных сторон явлений, способностью направлять искания по верному пути, смелостью в направлении работы и глубокой верой, основанной на реальных знаниях, в правильность выбранного направления.

Александр Степанович Попов жил на заре развития электротехники и современной физики и принадлежал к плеяде русских ученых, искренне веривших в науку и ее возможности, всем своим бытием стремившихся ко всему новому и прогрессивному в науке и готовых в борьбе за свои идеи жертвовать всем своим временем, всеми своими интересами и силами. Эти черты лучших русских ученых дореволюционной России являлись отражением характера русского народа, выстрадавшего на протяжении веков свое право на лучшую жизнь и добившегося ее.



А. С. ПОПОВ

О БЕСПРОВОЛОЧНОЙ ТЕЛЕГРАФИИ

СБОРНИК
СТАТЕЙ, ДОКЛАДОВ, ПИСЕМ
И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

1

ПРИБОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И РЕГИСТРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Статья в «Журнале Русского физико-химического общества», 1896 г., т. XXVIII, часть физическая, отдел I, вып. 1, стр. 1—14 [1].

Содержание настоящей статьи в главной своей части было предметом сообщения в апрельском собрании Физического отделения нашего общества [2], теперь прибавлены только результаты испытаний предложенного мною прибора, сделанных в Лесном институте Г. А. Любославским [3], и некоторые опыты, произведенные с целью выяснения как явления, лежащего в основании устроенного прибора, так и условий действия самого прибора.

В начале текущего года я занялся воспроизведением некоторых опытов Лоджа [1]) [4] над электрическими колебаниями с целью пользоваться ими на лекциях; но первые же попытки показали мне, что явление, лежащее в основе этих опытов,— изменение сопротивления металлических опилок под влиянием электрических колебаний — довольно непостоянно; чтобы овладеть явлением, пришлось перепробовать несколько комбинаций. В результате я пришел к устройству прибора, служащего для объективных наблюдений электрических колебаний, пригодного как для лекционных целей, так и для регистри-

---

1) O. J. Lodge, The work of Hertz, The Electrician, r. XXXVIII.

рования электрических пертурбаций, происходящих в атмосфере. Попутно я сделал некоторые опыты с целью выяснения основного явления, но оговариваюсь, что само по себе явление не было предметом моего исследования.

В 1891 г. Бранли [5] открыл, что тонкие слои металла, осажденные на стекле, эбоните и т. п., а также металлические порошки обладают способностью мгновенно изменять свое сопротивление электрическому току, если вблизи их произойдет разряд электрофорной машины или индукционной катушки.

Не столь значительно, но все-таки заметно изменяется сопротивление порошка, если временно будет через него пропущен ток батареи из большого числа элементов. Сопротивление под влиянием разряда вообще уменьшается, хотя существуют исключения; тонкий слой платины (платиновое зеркало) иногда увеличивает сопротивление [1]). Эти свойства порошка сохраняются, если порошок будет помещен в непроводящей жидкости, канадском бальзаме (Бранли) или даже в таких средах, как почти сухой коллодион и желатина (Минчин) [2]) [6], или в гуттаперче (Аппльярд) [3]) [7].

Механические сотрясения возвращают снова опилкам прежнее состояние, характеризуемое большим сопротивлением. Действие разряда опять может уменьшить его, и снова встряхиванием можно получить прежние величины сопротивления.

Минчин, а затем Лодж применили эти свойства металлических порошков к обнаружению герцевых электрических лучей [4]), а последнее время Бернацкий [5]) [8] описал опыты в форме, более близкой к герцевым.

Причину явления Бранли видит в том, что в момент разряда все близлежащие, почти не прикасающиеся между собой зерна порошка заряжаются как конденсаторы и благодаря взаимному притяжению наступает лучшее прикосновение между ними. Действительно, из-

---

[1]) E. Branly, Comptes Rendus, т. CXI и CXII.

[2]) G. M. Minchin, The Philosophical Magazin, т. 37.

[3]) R. Appleyard, там же, 38.

[4]) См. цитированные выше статьи.

[5]) Wied. Ann. 55, 599, 1895.

менение сопротивления от электрического колебания — того же знака и порядка, какое можно получить прессованием порошка. Минчин, основываясь на том, что в его опытах подвижность отдельных зерен была стеснена и чувствительность при высыхании желатины убывала, объясняет уменьшение сопротивления молекулярным движением — изменением расположения молекул, подвергшихся действию электромагнитного возмущения (rearrangement of the molecules). Лодж, имея в виду ранее известные факты, что отдельные капли в струе жидкости и даже две отдельные, но близкие струи соединяются между собой [1]) под влиянием даже слабых электрических сил, и, принимая во внимание аналогичное явление — уничтожение тумана и дыма электризацией, считает возможным объяснить подобным образом и способность порошков к уменьшению сопротивления под действием электрических сил. Лодж предполагает, что близлежащие частицы, когда к действующей между ними силе частичного притяжения присоединяется еще электрическая сила, окончательно соединяются между собой и наступает то явление, которое в физике характеризуется словом «сцепление» (cohesion). Позднее в своей лекции «The work of Hertz» он для характеристики механизма явления, между прочим, употребляет фразу: «it is a singular variety of electric welding» [9], т. е. уподобляет связь, образующуюся в порошке, электрическому свариванию. Я, со своей стороны, разделяю последний взгляд Лоджа, придавая более значения слову «сваривание», чем то делает Лодж. Я подразумеваю именно под словом «сваривание» возможность образования в порошке нитей сплошного металла по линиям происшедшего разряда, причем способность различных металлов к свариванию, понимаемому в буквальном смысле, стоит в некотором соотношении к чувствительности порошков, как то будет видно из опытов, описанных ниже.

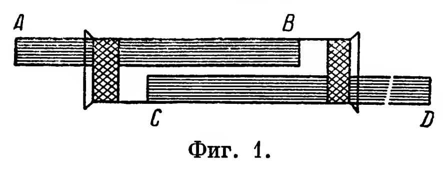
Прежде всего я пожелал дать такую форму прибору с опилками, чтобы иметь возможное постоянство чувстви-

---

[1]) O. J. Lodge, On the sudden Aequisition of Conducting — Power by a Series of Discrete Metallic Particles, Phil. Mag., т. 37.

тельности. При этом, руководясь высказанным взглядом на явление, надо было испытывать такое расположение частей цепи, содержащей опилки, чтобы увеличить шансы образования нитей металла по линиям тока. Лучшие результаты получились в следующих комбинациях.

1. Внутри стеклянной трубки, длиной около 7 сантиметров и диаметром около 1 сантиметра, сквозь пробки натянуты две параллельные проволоки, не касающиеся между собой. Опилки насыпаны в трубку так, что они только немного ее не заполняют. Эта форма прибора очень удобна для опытов с грубым гальванометром и разрядом электрофора. Наклоном трубки можно регулировать величины сопротивления, так как в вертикальном положении порошок спрессовывается своим весом.



Фиг. 1.

2. Железные опилки, висящие на маленьком прямом магните в виде кисти, опирающейся на металлическую пластинку или чашку. В этом случае нити опилок уже образованы магнитными силами и электрический разряд только дает им проводимость. Подобная форма, как я потом узнал, была с успехом применена к измерительным опытам [1]).

3. Наиболее удачная форма по значительной чувствительности, при достаточном постоянстве, выполнена следующим образом. Внутри стеклянной трубки, на ее стенках, приклеены две полоски тонкой листовой платины *AB* и *CD* почти во всю длину трубки (см. фиг. 1). Одна полоска выведена на внешнюю поверхность с одного конца трубки, другая — с противоположного конца. Полоски платины своими краями лежат на расстоянии около 2 миллиметров, при ширине 8 миллиметров; внутренние концы полосок *B* и *C* не доходят до пробок, закрывающих трубку, чтобы порошок, в ней помещенный, не мог, набившись под пробку, образовать неразрушаемых сотрясениями

---

[1]) Реферат в вып. 1 «Журнал Русск. физ.-хим. о-ва», 1895, стр. 17[10].

проводящих нитей, как то случалось в некоторых моделях. Длина всей трубки достаточна в 6—8 сантиметров при диаметре около 1 сантиметра. Фигура 1 представляет разрез трубки по диаметральной плоскости.

Трубка при своем действии располагается горизонтально, так что полоски лежат в нижней ее половине и металлический порошок вполне покрывает их. Однако лучшее действие получается в том случае, если трубка наполнена не более чем на половину.

Во всех опытах как на величину, так и на постоянство чувствительности влияют размеры зерен металлического порошка и вещество его. Наилучшие результаты получаются при употреблении железного порошка, известного в продаже под названием «ferrum pulveratum»; железо, известное под названием «ferrum hidrogenio reductum», дает слишком большие величины сопротивления; более крупные опилки дают по временам очень большую чувствительность, но не постоянную. Довольно удовлетворительные результаты получаются с медным порошком, полученным восстановлением накаленного порошка окиси меди метиловым спиртом. Металлические опилки свеженапиленные не годятся для опытов вследствие того, что имеют очень малое сопротивление; существование тонкого слоя окисла, по-видимому, необходимо для резкого изменения сопротивления.

Первая и третья формы прибора были употребляемы мною в опытах, служащих, как мне кажется, некоторыми аргументами в пользу поддерживаемого мной взгляда на явление. Желая получить более однообразия в строении порошка, я взял вместо опилок, мелкую дробь; оказалось, что она представляет слишком большие величины сопротивления и не обнаруживает чувствительности к разряду, даже сильному и проходящему непосредственно через трубку. Поверхность этой дроби имела блестящий черный цвет, я освежил ее, встряхивая дробь в сосуде, стенки которого были покрыты стеклянной шкуркой; тогда дробь, помещенная в трубке с проволоками, давала сопротивления в десятки тысяч омов, но от разряда теряла проводимость, т. е. сопротивление трубки возрастало за 100 000 омов. Другого сорта дробь, поверхность которой

имела вид графита, давала лучшую проводимость и всегда изменяла сопротивление в сторону уменьшения его. Первый сорт дроби содержал сурьму, сплав был жесткий; второй сорт был почти из чистого свинца.

Получив такой результат с дробью, я взял для испытания порошок истолченной сурьмы; как и другие свежеприготовленные порошки, он обладал очень большой проводимостью, но, будучи окислен нагреванием, он приобрел особенные свойства по отношению к разряду; его состояние было совершенно неустойчиво: сопротивление от разряда то увеличивалось, то уменьшалось. Случалось и так, что проводимость, приобретенная порошком от электрического колебания, при следующем разряде исчезала; только очень энергические разряды в слегка спрессованном порошке давали однообразный результат, именно — уменьшение сопротивления.

Эти опыты, а также опыт с платиновым слоем (Бранли) и совершенная нечувствительность к разрядам угольного порошка (Лодж) при сопоставлении с опытами Спринга [11] над свариванием различных металлов [1]) при низких температурах, наводят на мысль, что в порошках под влиянием разряда происходит связь между частицами такого же характера и от подобных же причин, как и в опытах Спринга над свариванием металлов. Сурьма оказывается неспособной к свариванию при температурах ниже плавления; платина сваривается с трудом и только при очень высоких температурах; а уголь сваривается только в вольтовой дуге. В момент разряда через слабые контакты прикасающиеся частицы могут нагреться (т. е. получить значительные приращения в живой силе), несмотря на очень малую энергию разряда, потому что эта энергия выделяется мгновенно в весьма малом объеме вещества и как тепловая энергия медленно рассеивается.

Для проверки такого взгляда я сделал еще опыт с окисью меди; порошок зернистой окиси меди был помещен между двух серебряных монет и для увеличения проводимости сжат; он оказался, как и следовало ожидать, нечувствительным к разряду; по крайней мере, его со-

---

[1]) W. Spring, Zeits. fur Physikalische Chemie 15, 65, 1894.

противление не изменялось более 0,5%, каковое изменение при моих опытах можно было ясно заметить. Далее я испытал еще порошок медного колчедана (сернистая медь и железо) и случайно имевшийся у меня продукт, имеющий в металлургии название «белого штейна» и содержащий главным образом сплавленную сернистую медь, значит, способный плавиться, но в то же время хрупкий и с кристаллическим строением. Эти порошки в трубке с платиновыми листочками обнаружили чувствительность: сопротивление их убывало, но амплитуда изменения, при прочих равных условиях, была значительно менее; сопротивление их изменялось в 2—3 раза под действием таких разрядов, под влиянием которых железные опилки меняли проводимость в 10—100 раз.

Отрицательные свойства платинового зеркала и порошка сурьмы мне кажутся понятными с этой точки зрения: слабые связи могут быть разрушены искрой и даже механическими силами, которыми сопровождаются энергические колебания в порошкообразной массе. По всей вероятности, отрицательные свойства можно придать значительным окислением поверхности и медному и железному порошкам, потому что в этих условиях образование сплошной нити металла будет затруднено, а дальнейшее окисление возможно.

Ограничиваясь описанием этих опытов, я опускаю различные попытки устроить прибор с достаточным постоянством чувствительности при малом числе контактов (цепочки, комбинации, аналогичные микрофонам, и т. п.); в подобных формах приборы могут достигать чувствительности, значительно превосходящей трубки с опилками, но постоянства чувствительности я пока не мог добиться.

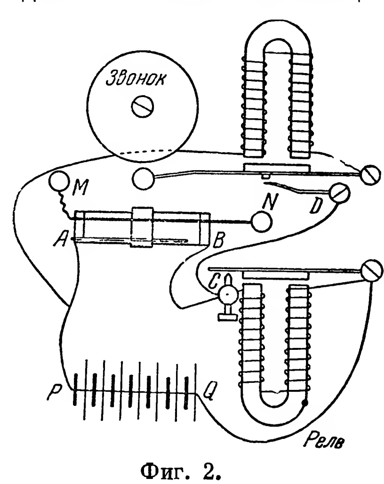
Чтобы покончить с основным явлением, надо упомянуть еще о последних работах, касающихся этого явления. Ашкинас [1]) [12] нашел, что решетка, сделанная из тонкого листового олова, изменяет сопротивление на 2% от электрического колебания, и, казалось, надо было

---

1) E. Aschkinass, Verh. d. Phys. Gesellsch. zu Berlin, Jahr 13, № 4.

признать за электрическими колебаниями способность изменять строение проводников по крайней мере в поверхностном слое, но работы Хага [1]) [13] и Мицуно [2]) [14] опровергают этот взгляд и сводят явления, наблюденные Ашкинасом, к разряду только что рассмотренных нами явлений.

Добившись удовлетворительного постоянства чувствительности при употреблении трубки с платиновыми листочками и железным порошком, я поставил себе еще другую задачу: добиться такой комбинации, чтобы связь



Фиг. 2.

между опилками, вызванная электрическим колебанием, разрушалась немедленно автоматически.

Такая комбинация, конечно, удобнее, потому что будет отвечать на электрические колебания, повторяющиеся последовательно одно за другим. После некоторых попыток воспользоваться движением рамки гальванометра д'Арсонваля для сотрясения трубки с опилками я пришел к более простым и верным средствам: употреблению вместо гальванометра телеграфного реле и обыкно-

[1]) H. H a g a, Wied. Ann. 56, 571, 1895.
[2]) T. M i z u n o, Phil. Mag. 40, 497, 1895.

венного звонка как для объективного обнаружения действия электрического колебания на опилки, так и для разрушения проводимости опилок. Таким образом был комбинирован прибор, к описанию которого я и перейду.

Прилагаемая схема (фиг. 2) показывает расположение частей прибора. Трубка с опилками подвешена горизонтально между зажимами M и N на легкой часовой пружине, которая для большей эластичности согнута со стороны одного зажима зигзагом. Над трубкой расположен звонок так, чтобы при своем действии он мог давать легкие удары молоточком посредине трубки, защищенной от разбивания резиновым кольцом. Удобнее всего трубку и звонок укрепить на общей вертикальной дощечке. Реле может быть помещено как угодно.

Действует прибор следующим образом. Ток батареи в 4—5 вольт постоянно циркулирует от зажима P к платиновой пластинке A, далее через порошок, содержащийся в трубке, к другой пластинке B и по обмотке электромагнита реле обратно к батарее. Сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле, но если трубка AB подвергнется действию электрического колебания, то сопротивление мгновенно уменьшится, и ток увеличится настолько, что якорь реле притянется. В этот момент цепь, идущая от батареи к звонку, прерванная в точке C, замкнется, и звонок начнет действовать, но тотчас же сотрясения трубки опять уменьшат ее проводимость, и реле разомкнет цепь звонка. В моем приборе сопротивление опилок после сильного встряхивания бывает около 100 000 омов, а реле, имея сопротивление около 250 омов, притягивает якорь при токах от 5 до 10 миллиампер (пределы регулировки), т. е. когда сопротивление всей цепи падает ниже тысячи омов. На одиночное колебание прибор отвечает коротким звонком; непрерывно действующие разряды спирали отзываются довольно частыми, через приблизительно равные промежутки следующими звонками.

Чувствительность прибора можно характеризовать следующими опытами:

1. Прибор отвечает на разряды электрофора через большую аудиторию, если параллельно направлению

разряда провести от точки A или B проволоку длиной около 1 метра, для увеличения энергии, достигающей опилок.

2. В соединении с вертикальной проволокой длиною в 2,5 метра прибор отвечал на открытом воздухе колебаниям, произведенным большим герцевым вибратором (квадратные листы 40 сантиметров в стороне) с искрой в масле, на расстоянии 30 саженей.

3. Помещенный в цинковом замкнутом чехле прибор не отвечает на разряды, происходящие в непосредственном соседстве, даже и на искры между чехлом и кругом электрофора, но если вывести из чехла изолированную проволоку, соединенную с точкой A или B, то при конце, выдающемся из чехла на 10—15 сантиметров, прибор отвечает на колебания, производимые маленькими вибраторами Риги [15], Лоджа и т. п. на расстоянии 3—5 метров; удлинение внешней части проволоки значительно увеличивает чувствительность.

4. Прибор очень чувствителен к разрядам между проводниками, находящимися в непосредственном металлическом соединении с цепью, содержащей трубку с опилками. Так, если соединить точку A или B со штифтом разрядного электроскопа, то прибор отвечает на всякий разряд листочков, происходящий при заряде электроскопа 300 вольт. Непосредственные разряды кружка или шарика, заряжаемых сухим столбом, дающим около 500 вольт, вызывают звонок при энергии заряда, меньшей 5 эргов.

5. Прибор отзывается на искру, образующуюся в момент перерыва в посторонней цепи, если эта цепь металлически соединена с цепью, содержащей опилки, например, если замыкать элемент Грене проволокой от зажима к зажиму и провести от одного зажима к точке A не длинный проводник. Если размыкаемая цепь содержит электромагнит, то действие искры размыкания может быть передано к прибору по весьма длинной проволоке. Самоиндукция и емкость в проводнике, передающем колебание, конечно, значительно ослабляют переданную энергию; поэтому искры в перерывах цепи звонка в точках C и D действуют на трубку с опилками, но слабо,

искра в D даже не имеет значения, потому что в момент разрушения проводимости опилок контакт в точке D замкнут. По этой причине расположение частей прибора, показанное выше, кажется единственное; при других расположениях легко может случиться неудача в том смысле, что проводимость, разрушенная ударом молоточка, восстановится под действием искры, происходящей в самом приборе, и звонок не прекратит звона.

6. Прибор, введенный на место телефона в одну из свободных линий на центральной станции, не отзывался ни на звонки, ни на разговорные токи соседних линий, ясно слышимые в телефоне, если последний ставили на месте моего прибора. Иногда он отвечал на короткие звонки, означающие конец разговора, и в момент подвешивания телефона на место в одной из соседних линий, но в эти моменты в цепях могли произойти быстрые колебания от образовавшейся искры.

7. По-видимому, прибор чувствителен и к медленным разрядам, проходящим через опилки, но только при более значительных энергиях: так, прибор отзывается на *быстрые* движения наэлектризованной эбонитовой палочки, производимые вблизи проводников самого прибора, но *медленные* движения на него не действуют. Ток, наведенный во вторичной обмотке индукционной спирали размыканием, при разряде через опилки непосредственно или с конденсатором, последовательно включенным в эту же цепь, всегда действует на опилки, вызывая достаточное уменьшение сопротивления; ток же, наведенный замыканием, действует заметно слабее, нерешительно. Подобный эффект, впрочем, согласуется с гипотезой, принятой мною выше. Прибор действует от разряда круга электрофора в мокрый шнурок, около 1 метра длиной, подвешенный к точке A или B, если шнурок смочен подкисленной водой, и не отзывается, если шнурок смочен дестиллированной водой.

В результате этих опытов можно сделать допущение, что всякий разряд через опилки может вызвать эффект уменьшения сопротивления, но величина эффекта зависит не от абсолютной величины энергии, выделенной в металлическом порошке, а от энергии, выделяемой в едини-

цу времени, вернее, от быстроты выделения энергии или от величины отношения $\frac{\text{энергия}}{\text{время}}$. Поэтому опилки более чувствительны к быстрым колебаниям при одинаковой величине энергии.

Прибор, обладающий такой чувствительностью, может служить для различных лекционных опытов с электрическими колебаниями, и будучи закрыт металлическим футляром, с удобством может быть приспособлен к опытам с электрическими лучами; во многих подобных опытах прибор, имеющийся в моем распоряжении, обладает излишней чувствительностью. Однако благодаря тому, что реле может изменять чувствительность в некоторых пределах, а также меняя число элементов батареи, желаемую степень чувствительности получить легко.

Другое применение прибора, которое может дать более интересные результаты, будет его способность отмечать электрические колебания, происходящие в проводнике, связанном с точкой *A* или *B* (на схеме), в том случае, когда этот проводник подвергается действию электромагнитных пертурбаций, происходящих в атмосфере. Для этого достаточно прибор, защищенный от всяких других действий, связать с воздушным проводом, проложенным вдали от телеграфов и телефонов, или же со стержнем громоотвода. Всякое колебание, переходящее за известный предел по своей интенсивности, может быть отмечено прибором и даже зарегистрировано, так как всякое замыкание контакта реле на схеме в точке *C* может привести в действие, кроме звонка, еще электромагнитный отметчик. Для этого достаточно один конец его обмотки присоединить между точками *C* и *D*, а другой — к зажиму батареи *P*, т. е. включить электромагнит в цепь параллельно звонку.

Испытание прибора в соединении с воздушной линией значительной длины даст несомненно более или менее интересные результаты. Лично мне случалось в течение одного лета на Урале [1]) пользоваться удаленной от других

---

[1]) Линия тянулась на протяжении 15 верст с запада на восток вдоль горного отрога Урала, в Богословском округе [16].

телефонной линией, при этом в телефоне, когда бы ни пришлось взять его в руки, можно было слышать особенные ритмические звуки, а также очень часто шипение, свист и треск разряда; по свидетельству лиц, пользующихся этой линией, эти звуки слышны не только летом (я наблюдал их с мая по сентябрь), но и зимой; только зимой звуки менее вредят передаче речи, летом же иногда передача речи затрудняется ими.

Пробное испытание регистрирующего прибора в соединении с громоотводом было сделано минувшим летом Г. А. Любославским в Лесном институте в С.-Петербурге.

На здании института, среди других приспособлений, назначенных для наблюдений над направлением и силою ветра, была установлена небольшая деревянная мачта, превышающая сажени на 4 стержни анемометров и флюгеров и снабженная на вершине обыкновенным наконечником громоотвода. Этот наконечник помощью проволоки, проведенной сначала по дереву мачты, а далее протянутой через двор на изоляторах в метеорологический кабинет, был соединен с прибором в точке *A* (фиг. 2). Точка *B* была присоединена к общему с другими метеорологическими приборами проводу, отведенному к земле при посредстве водопроводной сети. Регистрирующая часть состояла из электромагнита, к якорю которого было присоединено перо бр. Ришар, и из цилиндра той же фирмы с недельным оборотом. При этом оказалось, что прибор отвечал звонком и отметкой на всякое замыкание тока при наблюдении направления и силы ветра, потому что в сети проводников, соединенной с прибором общим проводом, идущим к земле, возбуждались в момент перерыва тока электрические колебания. Чтобы отличить эти отметки от других, произведенных атмосферным электричеством, наблюдатели, вызвавшие звонок, делали запись на цилиндре; это побочное действие на прибор было, однако, сохранено для того, чтобы быть уверенным в его исправности.

Прибор в пробном, не совсем исправном виде приводился в действие в последних числах июля н. ст. и затем в последних числах августа н. ст. и дал следующие результаты.

30 июля н. ст. По записям Главной физической обсерватории — гроза с $10^h\,40^m$ до $11^h\,40^m$; по записи обсерватории Лесного института — гроза около 1 часа дня. Прибор дал ряд сливающихся между собой отметок, непрерывно следующих друг за другом на протяжении 40 минут в пределах от 12 до 1 часа дня.

21 августа н. ст. На Главной физической обсерватории записано: гроза от $4^h\,50^m$ до $5^h\,50^m$, p. m. при ближайшем расстоянии 3 *км* в $5^h\,17^m$ и гроза от $8^h\,37^m$ до $9^h\,10^m$ вечера,— ближайшее расстояние в $8^h\,40^m$. Гроза записана наблюдателями Лесного института и зарегистрирована прибором рядом непрерыно следующих отметок с 4^h50^m до 8^h50^m вечера; в течение ночи прибор дал еще несколько отметок.

23 августа н. ст. Прибор дает непрерывную запись в 1^h15^m, продолжающуюся 25 минут и другую запись после 9^h вечера продолжительностью 1 час 20 минут. Отметок о грозе и дожде не сделано наблюдателями Лесного института.

25 августа. Записи на приборе: 5^h45^m утра, продолжительность 20 минут; отметки в $9^h\,10^m$; в 10^h0^m; почти непрерывная запись от 10^h25^m a. m. до 7^h45^m p. m. В этот день отмечен дождь до полудня, в час дня и после полудня. По свидетельству студента-наблюдателя, в течение всего дня прибор давал звонки через 5—10 минут. Г. А. Любославский отсутствовал в этот день; по его наблюдению, этот день был жаркий, с большим количеством кучевых облаков. На Главной физической обсерватории отметок о грозе нет.

26 августа. Прибор дает отметки 4^h35^m утра, 5^h10^m утра, 8^h25^m веч. и 9^h45^m в.; есть отметки наблюдателя о дожде ранним утром.

28 августа. Отметки: $9^h\,0^m$ утра и $12^h\,5^m$; на последней отметке разбилась стеклянная трубка, содержащая опилки; в 12 ч. отмечен наблюдателем дождь.

Прибор был снова приведен в действие в конце сентября старого стиля с изменением в регистрирующей части: недельный цилиндр заменен двенадцатичасовым, и запись делается на телеграфной ленте, наматывающейся на цилиндр. Скорость перемещения ленты при этом — 23 *мм*

в час; на ленте легко различить часто следующие друг за другом штрихи.

Прибор стоит на прежнем месте, не защищен от действий на него метеорологических приборов, пользующихся электрическим током, и случайных разрядов при работах в физическом кабинете; поэтому, рассматривая записи прибора по часам, можно считать за несомненно происходящие от атмосферных разрядов только некоторые. Не подлежат сомнению отметки, сделанные в период времени от 11 часов ночи до 7 ч. утра, так как в течение этого времени кабинет, в котором помещается прибор, и все соседние помещения здания закрыты. Такие отметки прибора существуют, например, 6 октября в 12 ч. 45 м. ночи и 5 часов утра.

В этом периоде можно отметить сутки 24—25 сентября. Двадцать четвертого сентября— день воскресный, кабинеты закрыты. 24 сентября есть отметки 8^h51^m утра и 5^h0^m, 5^h45^m, 6^h0^m вечера, в 5^h утром следующего дня и 9^h25^m утра. Отметки вечером 24 сентября были ожидаемы: я с Г. А. Любославским в это время находился в Петербурге, и Г. А., указав мне на резко очерченные облака, сходные по форме с грозовыми тучами, заметил, что очень любопытно, будет ли присутствие этих облаков отмечено прибором; позднее вечером этого дня был очень сильный дождь, имеющий характер летних ливней.

В половине октября испытания были прекращены вследствие необходимости некоторых изменений в пробном экземпляре. До сих пор работавшая при испытаниях батарея из четырех элементов Лекланше истощилась. В настоящее время прибор снова приведен в действие с батареей в шесть элементов Мейдингера.

При опытах с прибором в летний период необходимо, конечно, параллельно трубке с опилками ввести для безопасности гребенчатый громоотвод.

Кроме этого, считаю нужным добавить еще некоторые замечания о регулировке собранного прибора. Звонок нужно урегулировать так, чтобы молоточек имел наибольший размах, а трубка с опилками должна быть помещена на такой высоте, чтобы она только что касалась мо-

лоточка, находящегося в покое, но не следовала за ним под действием своей пружины.

При таких только условиях прибор отвечает отчетливо коротким звонком на отдельные колебания.

Основываясь на результатах, полученных при описанных выше испытаниях, можно выразить пожелание, чтобы лица, заинтересованные в наблюдениях над грозами, подвергли прибор более продолжительным и тщательным наблюдениям.

В заключение могу выразить надежду, что мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией.

Кронштадт, декабрь 1895 г.

2

ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ БЕЗ ПРОВОДОВ

Письмо в газету «Котлин», Кронштадт,
8 января 1897 г., № 5/274, стр. 2.

В № 3 вашей уважаемой газеты появилась заметка о новом открытии проф. Ш. Бозе [17]. Подобные же известия появились и в других газетах за последнее время. Эти известия были вызваны лекциями Приса (W. H. Preece) [18] о возможности телеграфирования без проводников, читанными в одном из электротехнических обществ Лондона. Подробного отчета об этих лекциях до сих пор не было, но в специальных журналах есть некоторые указания, в каком направлении делались эти опыты.

В заметке о лекции Приса «Elektrotechische Zeitschrift» говорит об опытах с прибором Маркони, демонстрированным на этой лекции. Прибор представлял закрытый ящик, устройство его — секрет, не сообщенный на лекции; прибор отвечал звонком на электрические волны,

посылаемые из помещения, лежащего через две комнаты от аудитории. Журнал выражает надежду, полагаясь на имя Приса, что опыты эти имеют серьезное значение.

В октябрьских номерах английского журнала «Nature» есть отчеты о заседаниях Британской ассоциации. На одном из заседаний демонстрировался прибор Ш. Бозе для изучения электрических волн. По этому поводу Прис сообщает об опытах, производимых английским телеграфным ведомством, при участии известного телеграфного инженера Кемпе, над прибором Маркони. Опыты передачи сигналов помощью герцевых электрических волн происходили на большой площади Salisbury plain и доходили до расстояния $1^1/_4$ мили; кроме этого, он упоминает об опытах, произведенных на отдельных холмах, не указывая расстояния.

Прибор Бозе описан в лондонском журнале «Electrician» в октябре нынешнего года. Прибор представляет видоизменение подобного же прибора О. Лоджа (O.Lodge), демонстрированного еще в 1894 г. Сам Лодж, присутствовавший в упомянутом выше заседании, признал прибор проф. Бозе более компактным и менее капризным по сравнению с его прибором.

Подобный прибор, на том же принципе основанный, был устроен мной в 1895 г. В апреле этот прибор был демонстрирован в заседании Физического отделения Русского физико-химического общества и в специальном собрании метеорологов, так как мой прибор может служить для регистрирования электрических колебаний, происходящих в атмосфере во время гроз, а также и слабых электрических возмущений, случающихся в зимнее время. Этот прибор был экспонирован на Нижегородской выставке [19] и работает непрерывно более года на метеорологической станции Лесного института [20].

Мой прибор отвечает звонком на электрические волны, и с ним можно производить все опыты, описанные в № 3 газеты «Котлин», т. е. произвести выстрел, взрыв и т. п.,— все это может сделать энергия электрического тока, потому что в этом приборе электрическая волна действует на телеграфное реле, а при помощи реле можно ввести в цепь какую угодно постороннюю энергию.

Прибор приспособлен для опытов с электромагнитными лучами Герца и в этом виде он был демонстрирован в феврале 1896 г. в Физическом обществе[21], в К.О.И.Р.Т.О.[22] и употребляется как лекционный прибор в Минном офицерском классе [23].

На открытом воздухе для больших расстояний прибор не был испытан, но для грозовых разрядов имеется также факт, наблюденный мною минувшей весной: вечером на северо-запад от Кронштадта, на таком расстоянии, что было видно молнию, но не было слышно грома, проходила гроза; я заметил время грозы, а затем нашел, что эта гроза отмечена моим прибором, действующим в Лесном институте, вполне отчетливо целым рядом записей, начинающихся около того момента, который был замечен мной; расстояние можно считать более 25 верст.

Электромагнитные волны, действующие в этого рода приборах, не видимы и не ощутимы для человека — они проходят совершенно свободно через непрозрачные для света тела, но только через непроводники или через дурные проводники, но не проходят через металлы. Непосредственной связи между этими лучами и X-лучами, т. е. лучами Рентгена, нет, а эти опыты не имеют ничего общего с видимостью сквозь непрозрачные тела.

Сигнализация электрическими лучами подобна оптической и звуковой, сигналы могут быть направлены по преимуществу в одном направлении или же одновременно во все стороны. В пределах одной мили сигнализация и сейчас возможна. Глаз для электрических лучей существует удовлетворительный, теперь мы должны обратить внимание на источник электрических лучей; существующие до сих пор вибраторы Герца по сравнению с световыми источниками очень слабы. Сделано ли что-либо вновь английскими телеграфными инженерами, не известно.

Действие тумана на электрические волны не было наблюдаемо, но многое заставляет ожидать незначительного ослабляющего действия тумана, а потому можно ожидать существенной пользы от применения этих явлений в морском деле как для маяков, так и для сигнализации между судами одной и той же эскадры.

А. Попов

3

ПИСЬМО А. С. ПОПОВА В РЕДАКЦИЮ ГАЗЕТЫ «НОВОЕ ВРЕМЯ»

«Новое время», 1897 г., июля 22, № 7686, стр. 3 [24].

Милостивый государь!

В № 7673 «Нового времени», со слов «Петербургской газеты» [25], было сообщено, что идея телеграфирования без проводников появилась в России на два года ранее, нежели у итальянца Маркони, и т. д., причем вы сопровождаете это сообщение замечанием о неуместной скромности автора этого письма, и делаете предположение, что мотивом этой скромности могла быть боязнь, чтобы кто-нибудь не воспользовался идеей, ставшей известною...

Мои опыты и приборы, о которых идет речь, были описаны в трех русских журналах: «Журнале Русского физико-химического общества» за январь 1896 г., в «Метеорологическом Вестнике» за февраль 1896 г. и в журнале «Электричество», и три раза были предметом сообщения в петербургских ученых обществах: в апреле 1895 г. в заседании Физического отделения Р.Ф.-Х. общества и в соединенном собрании метеорологической комиссии Географического общества и членов Главной физической обсерватории, а потом снова в февральском или мартовском заседании Физического отделения Р.Ф.-Х. общества в 1896 г.

Прибор, приспособленный к метеорологическим целям, был экспонирован и премирован на Нижегородской выставке 1896 г. в метеорологическом отделе Министерства земледелия.

Соотношение между моими работами и опытами Маркони действительно очень тесное. Во избежание каких-либо недоразумений, подобных вашему замечанию, я и пишу это, может быть, несколько длинное письмо.

Моя статья «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний», содержащая описание прибора, помещенная в январской книжке 1896 г. «Журнала Р.Ф.-Х. общества», оканчивается следующими

словами: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник колебаний, обладающий достаточной энергией».

В 1896 г. мои работы были направлены к приспособлению прибора для демонстрирования герцевых электрических лучей в аудитории и соответствующий прибор и опыты были показаны в заседании Р.Ф.-Х. общества.

Осенью 1896 г. появились краткие газетные сообщения о работах Маркони, причем сущность опытов была тщательно скрываема, но результат этих опытов— возможность передачи сигналов на расстоянии, превосходящие километр,— была засвидетельствована Присом в собрании Британской ассоциации по поводу докладов Ш. Бозе и О. Лоджа.

Предполагая, что этот результат был достигнут на пути, намеченном мною, я снова обратился к опытам, поощряемый многими представителями Морского ведомства [так как практическое значение электрической сигнализации и на незначительных расстояниях может быть важно в военно-морском деле].

В марте этого года мною была прочитана публичная лекция в Кронштадтском морском собрании «О возможности телеграфирования без проводников», причем были демонстрированы специально собранные для этого приборы и произведены опыты [26]. Тогда же Морским техническим комитетом было решено произвести опыты в летнюю кампанию нынешнего года на судах Минного отряда. Предварительные опыты, мною произведенные в Кронштадтской гавани, дали расстояние до 200—300 саженей, с приборами, которые были изготовлены для лекции, и надежду на успех.

В июне были опубликованы Присом новые результаты опытов Маркони и подробности приборов [27], причем оказалось, что приемник Маркони по своим составным частям одинаков с моим прибором, построенным в 1895 г., а источником электрических колебаний служил увеличенный в размерах прибор итальянского профессора Риги.

В главной части, в чувствительном к электрическим колебаниям органе, у Маркони есть [некоторое] отличие от моего прибора, но в нем ли лежит успех, или в усилении источника электрических колебаний,— пока судить не берусь. Опыты с моими приборами продолжаются в Транзунде лаборантом Минного офицерского класса П. Н. Рыбкиным [28] и, конечно, идут параллельно с опытами, опубликованными Присом, пользуясь их результатами.

В заключение несколько слов по поводу «открытия» Маркони. Заслуга открытия явлений, послуживших Маркони, принадлежит Герцу и Бранли. Затем идет целый ряд приложений, начатых Минчиным, Лоджем и многими после них, в том числе и мною, а Маркони первый имел смелость стать на практическую почву и достиг в своих опытах больших расстояний усовершенствованием действующих приборов и усилением энергии источников электрических колебаний.

Преподаватель Минного офицерского класса *А. Попов*.
Нижний Новгород.

4

О ТЕЛЕГРАФИРОВАНИИ БЕЗ ПРОВОДОВ

Доклад на съезде железнодорожных электротехников в Одессе 17 сентября 1897 г. [29].

Вопрос о телеграфировании без проводников явился с тех пор, как только познакомились с электрическими и электромагнитными действиями на расстоянии.

Действие на расстоянии может быть возбуждено двумя весьма различными приемами: сильным зарядом, периодически появляющимся и исчезающим и возбуждающим переменное электростатическое поле, или электромагнитными действиями прерывистого или переменного тока. Первый способ телеграфирования был осуществлен Эдисоном [30] в следующем виде. Высокая мачта, снабженная большим шаром, соединена была со специальным генератором, вроде трансформатора Тесла, возбуждаемого действием прерывистого тока, и затем другая мачта, снабженная также шаром, соединена через телефон с землей

Заряды первого шара могли отозваться электростатической индукцией на втором шаре. Другой способ основан на взаимном действии параллельных проводников. Этот способ осуществлен Присом, который был натолкнут на эти опыты тем фактом, что прерывистые телеграфные токи в отдаленном даже проводнике возбуждают настолько сильные индукционные токи, что можно слышать в телефоне действие телеграфа.

Прис пытался воспользоваться этим на практике и на Чикагском конгрессе сделал доклад о достигнутых результатах [31]. Однако же эти два способа не имеют прямого отношения к современному способу телеграфирования без проволоки, основанного на особом явлении, известном под именем электрического колебания. Это не будет прерывистый ток, а явление особого рода, о котором скажу несколько слов.

Остановимся на каком-нибудь общепонятном, не электрическом колебании, например, возьмем маятник. Если маятник мы выведем из положения равновесия, мы, поднимая, сообщим ему потенциальную энергию; если отпустить его, то маятник начнет двигаться, и потенциальная энергия постепенно будет переходить в кинетическую; когда же он поднимется на другую сторону, кинетическая энергия вновь превращается в потенциальную. Что благоприятствует и что препятствует продолжительности явления?

Понятно, значительная величина первоначального запаса энергии, т е. высота первоначального поднятия, определяющая размер, и масса маятника играют здесь первую роль. Препятствующим обстоятельством будет сопротивление движению. Чтобы колебания долго не прекращались, надо, чтобы сопротивления движению механическому были по возможности ничтожны.

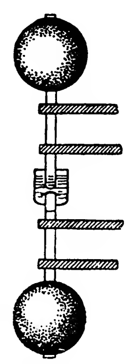
Эти два обстоятельства имеют место во всяком колебании без исключения, какое бы движение ни взяли.

Посмотрим, как можно осуществить переход энергии потенциальной в кинетическую и обратно в электрических явлениях.

Два хорошо изолированных и разноименно заряженных тела неопределенно долго могут сохранять свой

заряд. Они будут обладать потенциальной энергией. Если эти два тела соединить прямолинейным проводником, то начнется электрический ток. Проявится особый род кинетической энергии.

На чертеже 1 показаны два шара и между ними прямолинейный проводник с перерывом. Ток наступает тогда, когда заряд шаров достигнет разности потенциалов, при которой электрические силы будут в состоянии разрушить целость изолятора. До тех пор пока не перейдена прочность этого изолятора, пока не наступил разряд, происходит накопление потенциальной энергии. С наступлением разряда, пока ток идет, например, сверху вниз, является вблизи прямолинейного проводника магнитное поле с линиями сил, расположенными концентрическими кругами около этого проводника. Это магнитное поле есть какой-то вид кинетической энергии. Как только потенциалы шаров сравняются, ток должен бы прекратиться, как следствие причины, которая его возбуждала, но движение не прекратится; здесь за счет запасенной энергии магнитного поля ток поддержится в том же направлении и будет заряжать шары, но в противоположном прежнему заряду направлении. Затем все явления будут повторяться, и за мгновение, пока существует искра, может произойти несколько тысяч таких колебаний.



Черт. 1.

Прибор для возбуждения электрических колебаний, не быстро прекращающихся, должен удовлетворять некоторым условиям. На концах проводника, в котором возбуждаются колебания, помещаются шары или листы, обладающие значительной электрической емкостью. Чтобы начальный запас энергии был большой, надо возбудить большую разность потенциалов; для того же, чтобы происходил колебательный разряд, т. е. чтобы взаимные превращения энергии не скоро прекратились, надо, чтобы побочные потраты энергии, помимо электростатической и электромагнитной, были возможно малы. Каждый раз как ток идет по проводнику, часть энергии превращается в тепловую; проводник поэтому должен

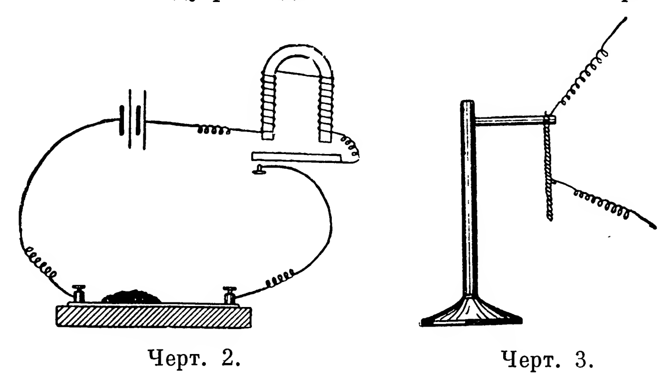
иметь возможно малое сопротивление. Чтобы в искре энергии тратилось мало, она не должна превосходить известной длины. Для того чтобы запасти большую потенциальную энергию, можно увеличить длину перерыва, в котором происходит разряд, но тогда легко может случиться, что совсем не будет колебаний.

Такой источник электрических колебаний впервые был осуществлен в конце восьмидесятых годов Генрихом Герцем [32], опубликовавшим ряд работ над электрическими колебаниями, которые положили начало новому, теперь уже широко развившемуся отделу учения об электричестве, имеющему первостепенное значение в науке и в практических приложениях.

Посмотрим теперь, что происходит в пространстве, окружающем источник электрических колебаний. Во всякой точке пространства вблизи проводника тока возбуждается магнитное поле, вблизи же электрических тел существует электростатическое поле; если же величины и направления тока или величины и знаки заряда в источнике изменяются, то в среде, окружающей источник электрических колебаний, будут периодически изменяться величины напряженности магнитного и электрического поля, т. е. в среде возбуждается электромагнитная волна по всем направлениям.

В позднейшее время, кроме способа Герца, появилось много различных способов обнаружения электромагнитной волны. Бранли первый показал, что тонкие слои металла обладают свойством мгновенно изменять свое сопротивление, если до них достигнет электромагнитная волна, причем сопротивление уменьшается. Таким же свойством обладает металлический порошок; отдельные зерна металла, составляющего порошок, настолько слабо прикасаются друг к другу, что ток небольшого числа элементов не проходит через него, но как только электромагнитная волна достигнет массы порошка, порошок мгновенно делается хорошо проводящим. Это можно демонстрировать простыми средствами. Составляется цепь из обыкновенного звонка и двух-трех элементов (черт. 2), и к ее концам присоединяются две металлические пластинки. Прикосновением пластинок замыкается цепь, и звонок зво-

нит. Если же положить на столе обе пластинки рядом, не касаясь друг друга, и заполнить пространство между ними железными опилками, то, хотя цепь звонка и будет замкнута через опилки, сопротивление цепи весьма велико, и звонок не будет звонить. Но если по соседству будет произведен колебательный разряд в каком-либо вибраторе, то электромагнитная волна тотчас же установит связь между разъединенными частичками порошка,



Черт. 2. Черт. 3.

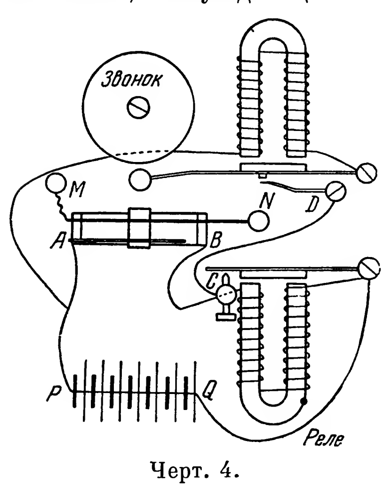
сопротивление цепи уменьшится, и звонок начнет действовать. Эта связь может быть снова разрушена, если встряхнуть порошок.

Другой аналогический опыт. Замыкаются два элемента через звонок и металлическую цепочку (черт. 3), звонок звонит; при постепенном увеличивании числа звеньев цепочки, введенных в цепь, звонок скоро перестает работать. Если натянуть цепочку, то опять вызывается звон. Электрическая волна делает то же, что прямое нажатие. Встряхивание цепочки опять прерывает ток.

Может быть, причина увеличения проводимости чисто механическая, так как под влиянием электромагнитных волн отдельные частички наэлектризовываются и притягиваются между собою, или же, что вероятнее, здесь должно произойти в контакте выделение электрической энергии и достаточно интенсивное молекулярное движение, чтобы произвести соединение наподобие сваривания. Постоянство и чувствительность вышеописанного

явления зависят от величины зерен порошка, расстояния между пластинками и числа вольт источника тока. Только с большой и постоянной чувствительностью можно переходить к практическим приложениям. Два рода рассмотренных явлений и служат основанием для телеграфирования без проводников.

На одной станции находится источник электрических колебаний, возбуждающий в пространстве электромагнитные волны; эти волны, достигнув проводников другой станции, возбуждают на них также электрические колебания. Эти колебания, распространяясь до опилок, замыкают ток местной батареи на принимающей станции.



Черт. 4.

Однако только что описанные приборы не будут обладать еще одним существенным свойством, которое необходимо для сигнализации, потому что действие электромагнитной волны приводит к тому, что цепь местной батареи замыкается и затем ток уже не прекращается. Для того чтобы было возможно телеграфировать, нужно было придумать еще одно приспособление, которое и было сделано мною в 1895 г.

Бранли, Лодж и другие пользовались простым механическим сотрясением для того, чтобы нарушить связь опилок и разомкнуть цепь, но моею задачей было такое устройство, чтобы замыкание местной цепи автоматически вызвало и сотрясение опилок, причем ток замкнется только на мгновение.

Достигнуто это было самыми простыми средствами. Внутри стеклянной трубочки (черт. 4) наклеены две платиновые пластинки и на них насыпан порошок. Эта трубочка помещается на пружине так, что слабым ударом

можно вызвать ее сотрясение и встряхнуть опилки. Автоматическое встряхивание опилок было достигнуто следующим расположением: ток от батареи 2—6 вольт проводится последовательно через трубку с порошком и обмотку телеграфного реле; пока опилки находятся в обыкновенном состоянии, в цепи циркулирует ток чрезвычайно слабый, и якорь реле остается не притянутым, но как только до опилок достигнет электромагнитная волна, тотчас сопротивление всей цепи уменьшится якорь реле притянется и замкнет побочную цепь звонка. Звонок тотчас же произведет удар, и вместе с тем молоточек его встряхнет трубку с опилками, вследствие чего цепь реле разомкнется, так как опилки опять перестанут хорошо проводить ток, и якорь реле будет оттянут назад.

Таким образом, является возможность всякую волну, достигшую трубки, отметить электрическим звонком. Прежде всего я воспользовался своим прибором для метеорологических целей.

Такой прибор установлен в июле 1895 г. в Лесном институте и работает уже более 2 лет. Потом этот прибор был приспособлен для опытов Герца с электрическими лучами.

Два средства могут быть употреблены для достижения больших расстояний: увеличение энергии источника волн и увеличение чувствительности приемника.

Если взять малые размеры вибратора, то потенциальная энергия при заряде его мала и увеличить ее нельзя. Необходимо прежде всего увеличить размеры частей вибратора и выбрать такой, в котором при большой длине искры, т. е. при значительной разности потенциалов в первый момент разряда, легко сохранить колебательный характер последнего. Теория и работы других наблюдателей указали на то, что самый первый вибратор, построенный Герцем, должен обладать указанными свойствами и дать большое расстояние. Вибратор этот имеет шары около 30 *см* и между ними разрезанный стержень немного менее метра. Колебания, возбужденные в таком вибраторе, не быстро затухают, а потому можно в нем сделать значительной длины искру и достигнуть значительной разности потенциалов в начале колебания, не опасаясь того, что разряд утратит колебательный характер,

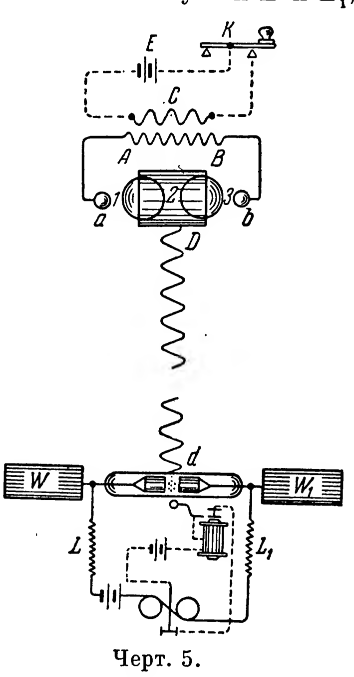
Теперь другая сторона — приемник также может служить средством для увеличения расстояния. Сначала употреблялся в чувствительных трубках порошок, но после многих проб оказалось, что большей чувствительности можно достигнуть, употребляя вместо порошка мелкий стальной бисер, вроде крупных опилок. Бисер, как показал опыт, дает расстояние в 3—5 раз больше, чем опилки. Употребление бисера и увеличение вибратора дает расстояние до 300 саж. с маленькой спиралью, при длине искры не более 4—5 *мм.* Употребление следующего номера спирали сразу дает расстояние более версты. Если же приемник снабдить очень длинным вертикальным проводником, то расстояние, на котором волны будут действовать на приемник, еще увеличится, так как, увеличивая длину приемной проволоки, захватывается энергия с большой части пространства. Есть и еще средства для увеличения чувствительности приемника, именно увеличение чувствительности реле, употребляемого в цепи чувствительной трубкой.

Все опыты с моими приборами производились на средства Морского министерства и происходили в 1895 и 1896 гг.

В июне 1896 г. появились публикации о приборе Маркони. Все, что выше описано, содержится и в приборе Маркони, который применил вибратор системы профессора Риги. Он состоит из двух шаров, которые близко сходятся. Между двумя шарами происходит разряд. Следовательно, по сравнению с вибратором Герца, в нем уничтожен промежуточный проводник. Это сделал Риги умышленно; его цель была — получить как можно меньшие размеры колебаний и малую длину волны. Маркони остановился на вибраторе Риги, как на самом лучшем.

Схема опытов Маркони изображена на черт. 5, откуда видна его полная тождественность составных частей с моим прибором. В приемной части оказался прибор d с порошком, но иной формы. Здесь не две пластинки, а два маленьких цилиндра, пространство между которыми заполнено порошком. Диаметр этих цилиндров одинаков с внутренним диаметром трубки. Порошок Маркони взял никелевый и из трубки выкачал воздух. Чувствительность

прибора Маркони немного больше, чем у моего. Батарея, ведущая ток через трубку и контакт в опилках, замыкается через обмотку реле. Затем, далее, побочная цепь содержит молоточек. Все остальные части те же самые, как и у моего прибора, за исключением никелевых опилок и пустоты. На чертеже поставлены катушки L и L_1, чтобы случайные колебания, происшедшие от искры в перерывах реле и звонка, ослаблялись катушками с самоиндукцией и не достигали чувствительной трубки.

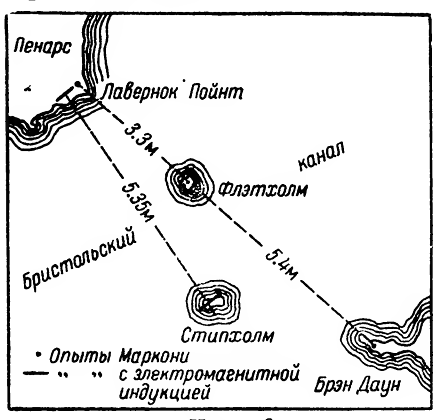


Черт. 5.

Маркони пользуется явлением резонанса. Если взять два тела, способные звучать в унисон, то колебания в воздухе, произведенные одним, могут вызвать звучание второго тела. Так как всякому проводнику присуще свое собственное колебание определенного периода, то можно подобрать приемник такого размера, чтобы его колебания отвечали колебаниям вибратора. Я также пытался в своих опытах воспользоваться резонансом, но он мало помогал[1]). Я усиливал вибратор тем, что получал предельные длины искры. Если же уменьшить разрядное расстояние, то колебания будут затухать медленнее и резонанс выразится резче. У Маркони расстояние между шарами невелико, около миллиметра. Следовательно, начальная энергия его вибратора сравнительно мала, но зато легко можно увеличить расстояние, на котором действует приемник, пользуясь резонансом; в этом также можно видеть отличие

[1]) Здесь А. С. Попов отмечает тот факт, что при уменьшении разрядного промежутка наряду с обострением резонанса уменьшалась интенсивность искры. (*Прим. ред.*)

опытов Маркони по сравнению с моими опытами. На прилагаемом чертеже (черт. 6) указана схематическая карта местности, где производились опыты Маркони, которые производились также на море. На карте показаны места приборов Маркони и расстояния. Это — наибольшее расстояние опытов Маркони. Прис говорит, что он, увеличивая размеры вибратора, достигал бо́льших расстояний, до 14 километров. Здесь же указаны чертами места опытов Приса с параллельными проводниками.



Черт. 6.

Что касается связи прибора с телеграфом, то вопрос состоит только в подборе элементов, вибратора, молоточка, сопротивления обмоток телеграфа и т. д. Все это надо подобрать. Всякая волна делает точку на телеграфной ленте, но одними точками действовать нельзя, надо, чтобы вибратор действовал периодически; 5, 10, 15 точек дадут черту, и сигнализация уже становится возможной.

5

О ТЕЛЕГРАФИРОВАНИИ БЕЗ ПРОВОДОВ

Доклад в Электротехническом институте 19 октября 1897 г. [33]

Милостивые государи!

Я являюсь перед вами посреди своей работы и занятого времени, так что все, что я сюда привез, было собрано наскоро и имеет скорее значение схематического опыта для разъяснения принципов, которые лежат в основе

столь много теперь нашумевшего вопроса о телеграфировании без проводников.

Вопрос о телеграфировании без проводников явился у пылких голов с тех пор, как только познакомились с электрическими и электромагнитными действиями на расстоянии. Историю вопроса, как она ни интересна, я оставляю в стороне, а подчеркну две попытки практического осуществления телеграфа без проводников, предшествующие способу, теперь нас занимающему. Одна попытка была сделана в Америке и приписывается Эдисону, а другая, примерно того же времени, относится к опытам Приса в Англии, который много участвовал и в позднейших опытах Маркони.

Действие на расстоянии может быть возбуждено двумя весьма различными приемами: сильным зарядом, периодически появляющимся и исчезающим и возбуждающим переменное электростатическое поле, или электромагнитными действиями прерывистого или переменного тока. Первый способ телеграфирования был осуществлен Эдисоном в следующем виде. Высокая мачта, снабженная большим шаром, соединена была со специальным генератором вроде трансформатора Тесла, возбуждаемого действием прерывистого тока, и затем другая мачта, снабженная также шаром, соединена через телефон с землей. Заряды первого шара могли отозваться электростатической индукцией на втором шаре. Другой способ основан на взаимном действии параллельных проводников. Этот способ осуществлен Присом, который был натолкнут на эти опыты тем фактом, что прерывистые телеграфные токи в отдаленном даже проводнике возбуждают настолько сильные индукционные токи, что можно слышать в телефоне действие телеграфа.

Прис пытался воспользоваться этим на практике и на Чикагском конгрессе он сделал доклад о достигнутых результатах. Однако же эти два способа не имеют прямого отношения к современному способу телеграфирования без проволоки, основанного на особом явлении, известном под именем электрического колебания. Это не будет прерывистый ток, а явление особого рода. Об этом явлении я скажу несколько слов и затем рассмотрю некоторые

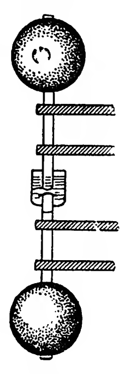
приборы, которыми можно пользоваться для возбуждения электрических колебаний. Далеко в подробности этого явления входить трудно, и я позволю себе только указать, на какие стороны явления нужно обратить внимание.

Остановимся на каком-нибудь общепонятном неэлектрическом колебании, например, возьмем маятник. Если маятник мы выведем из положения равновесия, мы, поднимая, сообщим ему потенциальную энергию; если отпустить его, то маятник начнет двигаться, и потенциальная энергия постепенно будет переходить в кинетическую; когда же он поднимается на другую сторону, кинетическая энергия вновь превращается в потенциальную. Что благоприятствует и что препятствует продолжительности явления? Понятно, значительная величина первоначального запаса энергии, т. е. высота первоначального поднятия, определяющая размах, и масса маятника играют здесь первую роль. Препятствующим обстоятельством будет сопротивление движению. Вся энергия по пути превратилась бы не в потенциальную, а в тепловую, если бы мы пустили маятник, например, в воде, и колебаний мы не получили бы совсем. Чтобы колебания долго не прекращались, надо, чтобы потрата посторонняя была мала; сопротивления движению механическому должны быть по возможности ничтожны. Эти два обстоятельства имеют место во всяком колебании без исключения, какое бы мы движение ни взяли.

Посмотрим, как можно осуществить переход энергии потенциальной в кинетическую и обратно в электрических явлениях. Если мы возьмем два хорошо изолированные и разноименно заряженные тела, то они неопределенно долго могут сохранять свой заряд. Они будут обладать потенциальной энергией. Если эти два тела соединить прямолинейным проводником, то начнется электрический ток. Проявится особый род кинетической энергии.

На чертеже 1 показаны два шара и между ними прямолинейный проводник с перерывом. Ток наступает тогда, когда заряд шаров достигнет разности потенциалов, при которой электрические силы будут в состоянии разрушить

целость изолятора. До тех пор пока не перейдена прочность этого изолятора, пока не наступил разряд, происходит накопление потенциальной энергии. С наступлением разряда, пока ток идет, например, сверху вниз, является вблизи прямолинейного проводника магнитное поле с линиями сил, расположенными концентрическими кругами около этого проводника. Это магнитное поле есть какой-то вид кинетической энергии. Как только потенциалы шаров сравняются, ток должен бы прекратиться, как следствие причины, которая его возбуждала, но движение не прекратится, точно так же как и в маятнике прекратится действие тяжести, но он еще не остановится; здесь за счет запасенной энергии в виде энергии магнитного поля ток поддержится в том же направлении и будет заряжать шары, но в противоположном прежнему заряду направлении. Затем все явления будут повторяться, и за мгновение, в которое мы видим искру, может произойти несколько тысяч таких колебаний.



Черт. 1.

Прибор для возбуждения электрических колебаний, не быстро прекращающихся, должен удовлетворять некоторым условиям. На концах проводника, в котором возбуждаются колебания, помещаются шары или листы, обладающие значительной электрической емкостью. Чтобы начальный запас энергии был большой, надо возбудить большую разность потенциалов; для того же, чтобы происходил колебательный разряд, т. е. чтобы взаимные превращения энергии не скоро прекратились, надо, чтобы побочные потраты энергии, помимо электростатической и электромагнитной, были возможно малы. Каждый раз, как ток идет по проводнику, часть энергии превращается в тепловую, проводник поэтому должен иметь возможно малое сопротивление.

Чтобы в искре тратилось мало энергии, она не должна превосходить известной длины. Для того чтобы запасти большую потенциальную энергию, можно увеличить длину перерыва, в котором происходит разряд, но тогда легко может случиться, что мы совсем не получим колебаний.

Такой источник электрических колебаний впервые был осуществлен в конце восьмидесятых годов Генрихом Герцем, опубликовавшим ряд работ над электрическими колебаниями, которые положили начало новому, теперь уже широко развившемуся отделу учения об электричестве, имеющему первостепенное значение в науке и в практических приложениях.

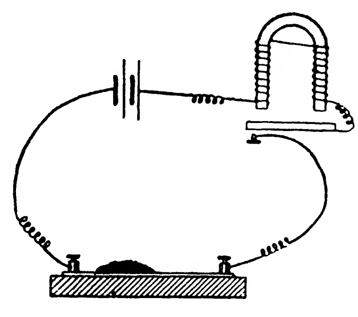
Посмотрим теперь, что происходит в пространстве, окружающем источник электрических колебаний? Не пытаясь проникнуть в сущность явления, мы можем сказать, что во всякой точке пространства вблизи проводника тока возбуждается магнитное поле, вблизи же электрических тел существует электростатическое поле; если же мы имеем изменяющиеся величины и направления тока или величины и знаки заряда в источнике, то и в среде, окружающей источник электрических колебаний, будут периодически изменяться величины напряженности магнитного и электрического поля: мы говорим, что в среде возбуждается электромагнитная волна.

Электромагнитная волна распространяется от источника по всем направлениям. Как обнаружить ее на расстоянии? Понятно, что для сигнализации мы будем посылать электромагнитную волну и присутствие ее должны как-нибудь обнаружить.

Сам Герц наблюдал прямое явление индукции; он ставил прямолинейный проводник параллельно линии разряда; при небольших расстояниях можно было и в этом проводнике вызвать столь энергичные колебания, что, прервав его посредине, можно наблюдать в этом перерыве искру. Это — способ Герца. В позднейшее время появилось много различных способов обнаружения электромагнитной волны. Мы остановимся на способе Бранли.

Во время исследований сопротивления тонких металлических слоев Бранли случайно заметил, что в то время, когда у него на мостике было уравновешено некоторое сопротивление, вдруг мгновенно изменилось равновесие в мостике; в этот момент по соседству был произведен разряд электрофорной машины. Он уловил этот факт и показал, что тонкие слои металла обладают свойством мгновенно изменять свое сопротивление, если до них достиг-

нет электромагнитная волна; сопротивление при этом уменьшается. Таким же свойством обладает металлический порошок; отдельные зерна металла, составляющие порошок, настолько слабо прикасаются друг к другу, что ток небольшого числа элементов не проходит через него, но как только электромагнитная волна достигнет массы порошка, порошок мгновенно делается хорошо проводящим. Это можно демонстрировать простыми средствами. Составим цепь из обыкновенного звонка и двух-трех элементов (черт. 2), присоединив к ее концам две металлические пластинки. Прикосновением пластинок мы замкнем цепь и заставим звонок действовать. Если же мы положим на столе обе пластинки рядом, не касаясь друг друга, и заполним пространство между ними железными опилками, то, хотя цепь звонка и будет замкнута через опилки, сопротивление цепи будет весьма велико, и звонок не будет звонить. Но если по соседству будет произведен колебательный разряд в каком-либо вибраторе, то электромагнитная волна тотчас же установит связь между разъединенными частичками порошка, сопротивление цепи уменьшится, и звонок начинает действовать. Эта связь может быть снова разрушена, если встряхнуть порошок.

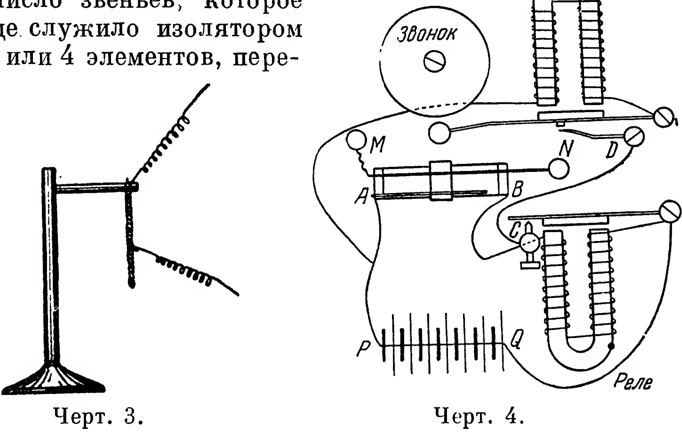


Черт. 2.

Чтобы выяснить сущность явления, я сделаю другой аналогичный опыт. Замкнем два элемента через звонок и металлическую цепочку (черт. 3) — звонок звонит; будем постепенно увеличивать число звеньев цепочки, введенных в цепь,— звонок скоро перестает работать. Натянув цепочку, мы опять вызываем звон. Электрическая волна делает то же, что прямое нажатие. Встряхнем цепочку, ток опять прерывается.

Может быть, причина увеличения проводимости чисто механическая, так как под влиянием электромагнитных

волн отдельные частички наэлектризовываются и притягиваются между собою, или же, что вероятнее, здесь должно произойти в контакте выделение электрической энергии и достаточно интенсивное молекулярное движение, чтобы произвести соединение, вроде сваривания. Опыт с цепочкой позволяет подчеркнуть некоторые элементы явления. Не делая опытов, я укажу, что если бы я прибавил элемент, то оказалось бы, что число звеньев, которое прежде служило изолятором для 3 или 4 элементов, перестанет быть изолятором. Надо число контактов увеличить. Если имеем дело с опилками, нужно раздвинуть пластинки, на которые насыпан порошок. Если мы возьмем малое расстояние, источник надо слабый; если мы желаем изменить источник, мы должны также увеличивать или уменьшать число звеньев этой цепи. Подбирая число звеньев цепочки в соответствии с электродвижущей силой источника тока, можно достигнуть высокой чувствительности, но она не будет постоянна; после действия нескольких разрядов вибратора чувствительность цепочки делается грубее. Постоянства чувствительности можно достигнуть бо́льшим параллельным числом цепочек, или употребляя порошок, в котором и образуется ряд параллельных цепей. Если мы возьмем мелкий порошок, то



Черт. 3.

Черт. 4.

много частичек пойдет в цепь последовательно. Поэтому приходится подбирать крупность зерна порошка, расстояние между пластинками и число вольт источника. Эти все элементы весьма важны для достижения постоянства чувствительности. Только с большой и постоянной чувствительностью можно переходить к практическим приложениям.

Два рода рассмотренных нами явлений и служат основанием для телеграфирования без проводников.

На одной станции мы имеем источник электрических колебаний, возбуждающий в пространстве электромагнитные волны; эти волны, достигнув проводников другой станции, возбуждают на них также электрические колебания. Эти колебания, распространяясь до опилок, замыкают ток местной батареи на принимающей станции.

Однако только что описанные приборы не будут обладать еще одним существенным свойством, которое необходимо для сигнализации. Вы видели, что действие электромагнитной волны приводит к тому, что цепь местной батареи замыкается и затем ток уже не прекращается. Для того чтобы было возможно телеграфировать, нужно сделать дальнейший шаг, который и был сделан в моем приборе в 1895 г.

Бранли, Лодж и другие пользовались простым механическим сотрясением для того, чтобы нарушить связь опилок и разомкнуть цепь, но можно сделать так, чтобы замыкание местной цепи автоматически вызвало и сотрясение опилок; в таком случае ток замкнется только на мгновение. Достигнуто это было самыми простыми средствами. Внутри стеклянной трубочки (черт. 4) наклеены две платиновые пластинки и на них насыпан порошок. Эта трубочка помещается на пружине, так что слабым ударом можно вызвать ее сотрясение и встряхнуть опилки. Автоматического встряхивания опилок я достигаю следующим расположением. Ток от батареи 2—6 вольт проводится последовательно через трубку с порошком и обмотку телеграфного реле; пока опилки находятся в обыкновенном состоянии, в цепи циркулирует ток чрезвычайно слабый и якорь реле остается не притянутым, но как только до опилок достигнет электромагнитная волна,

тотчас сопротивление всей цепи уменьшится, якорь реле притянется и замкнет побочную цепь звонка. Звонок тотчас же произведет удар, и вместе с тем молоточек его встряхнет трубку с опилками, вследствие чего цепь реле разомкнется, так как опилки опять перестанут хорошо проводить ток, и якорь реле будет оттянут назад.

Таким образом, мы имеем возможность всякую волну, достигшую трубки, отметить электрическим звонком. Прежде всего я воспользовался своим прибором для того, чтобы решить вопрос, есть ли в нашей атмосфере электрические колебания, а если есть, то как они часты и от каких причин зависят. Для этого нужно присоединить к прибору приемник,— взять обыкновенный громоотвод и довести его до зажима трубки. Для того чтобы иметь возможность отметить всякую волну, надо пустить в ход какой-нибудь пишущий аппарат. Для этого можно было бы взять медленно идущий телеграфный аппарат или же, как я сделал, привести телеграфную ленту в движение 12-часовым цилиндром, обыкновенно употребляющимся в регистрирующих приборах Ришара, и обыкновенное электромагнитное перо. Как только колебания достигают прибора, он ставит черточку на ленте. Такой прибор был мною установлен в июле 1895 г. в Лесном институте. Моя задача была устроить прибор постоянной чувствительности. Оказывается, что если рядом действует звонок, то этого достаточно, чтобы вызвать волну и отметку на ленте. Этим воспользовались, чтобы каждый день проверять чувствительность прибора.

Этот прибор служит метеорологическим целям и работает уже более двух лет. Потом этот прибор был приспособлен для опытов Герца с электрическими лучами.

Герц построил приборы, которыми доказал возможность отражения и преломления электромагнитных волн. Параболический рефлектор Герца имел высоту 2 метра, вибратор представлял два цилиндра 15 сантиметров длины при диаметре 3 сантиметра. У меня же поставлены весьма маленькие цилиндры, может быть, сантиметров пять, рефлектор имеет в высоту сантиметров сорок и представляет из себя цилиндрическо-параболическое зеркало.

При действии индукционной спирали получается искра между цилиндрами в масле и две искры вне масла у концов цилиндров. (Это добавление сделано впервые Риги.) Прибор, которым я здесь пользуюсь, был также демонстрирован в Физико-химическом обществе в марте 1896 г. Для опытов с лучами надо, чтобы волны достигали трубки только с какой-нибудь одной стороны, для чего прибор скрыт в металлическом ящике, и электрические волны могут проникнуть внутрь только через небольшое отверстие, закрытое каучуковой пробкой, при помощи приемного цилиндра, находящегося вне ящика, но соединенного металлически с одной из пластинок чувствительной трубки.

Этот приемный цилиндр, как и цилиндр-вибратор, помещен в фокусе цилиндрическо-параболического рефлектора. Установив оба рефлектора, можно наблюдать некоторые свойства герцевых лучей. Заставим работать вибратор — на каждый разряд вибратора мы получим ответный звон в нашем приборе. Если мы на пути лучей, т. е. между рефлекторами, поместим тонкий металлический лист, то увидим, что волны будут задерживаться им; доски, картон, толстые книги не задерживают электромагнитного луча, тело человека — сравнительно хороший проводник — всегда задерживает лучи. Если мы на деревянной рамке натянем ряд параллельных проволок и такую решетку поместим на пути лучей, то убедимся, что решетка задержит волны, если проволоки ее будут параллельны осям вибратора и приемника; если линии решетки перпендикулярны им, то решетка не задерживает лучей; при косвенном положении решетка только отчасти задерживает лучи. Поставив рефлекторы так, чтоб их плоскости симметрии пересекались, легко можно показать отражение лучей от металлических листов и от решетки, если ее проволоки параллельны линии разряда в вибраторе, т. е. убедиться в том, что если металлический лист и решетка не пропускают электромагнитных лучей, то и не поглощают их, а только отражают их и дают им иное направление.

Имея прибор, который я описал, в руках с апреля 1895 г., было интересно определить, на каких расстояниях возможно было этим прибором обнаружить электромаг-

нитную волну. Лодж (в Англии, 1894 г.) пытался достигнуть больших расстояний и достигал 60 ярдов. С тем прибором, который мы видели здесь, весной 1895 г. я перебрался из комнаты в сад делать испытания, и тут первые эксперименты показали, куда надо идти,— прибор отвечал на расстоянии 30—40 саж. В течение целого года я не возвращался к опытам на открытом воздухе и занимался различными испытаниями приборов в лаборатории. Осенью 1896 г. дошли из Англии газетные сведения, что Маркони под руководством Приса производит опыты сигнализации помощью электромагнитных волн и достиг расстояния до ½ мили. С каким прибором работал он, совершенно было не известно. Зимой 1896 г. Прис делал сообщение в английском Электротехническом обществе, показывая приборы, те самые, как потом оказалось, которые здесь вы видели, но источник волн был поставлен в деревянном ящике. На электрическую волну, выходящую из этого ящика, отвечал электрический звонок в другом, также закрытом ящике через большую аудиторию. Это все, что было известно до июня текущего года. Прис засвидетельствовал, что опыты им производились и сигналы достигали на расстоянии немного более мили Эти опыты относятся к августу прошлого года.

Специальные журналы, делавшие догадки об опытах Маркони, введенные, быть может, в заблуждение заявлениями, что приборы Маркони представляют новый открытый им способ телеграфирования, высказывали сомнения в возможности пользования чувствительной трубкой с опилками для значительных расстояний. Но я лично был убежден, что в закрытых ящиках Маркони был помещен прибор, аналогичный с моим, и потому с марта этого года начал подготовлять приборы для опытов передачи сигналов с помощью электромагнитных волн на большие расстояния. Два средства могут быть употреблены для достижения больших расстояний: увеличение энергии источника волн и увеличение чувствительности приемника.

Если мы будем брать малые размеры вибратора, то потенциальная энергия при заряде его мала, и увеличить ее мы не можем. Значит, мы должны прежде всего увеличить размеры частей вибратора и выбрать такой, в кото-

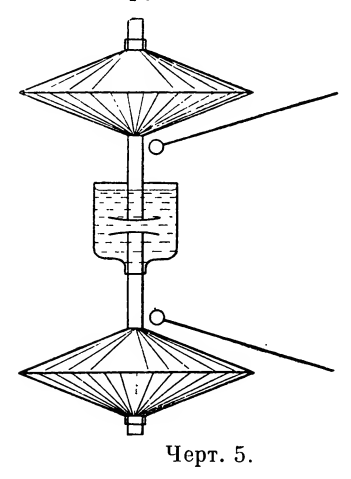
ром при большой длине искры, т. е. при значительной разности потенциалов в первый момент разряда, легко сохранить колебательный характер последнего. Теория, работы других наблюдателей и своя опытность указали на то, что самый первый вибратор, построенный Герцем, должен обладать указанными свойствами и дать большое расстояние. Вибратор этот имеет шары около 30 *см* и между ними разрезанный стержень немного менее метра. Колебания, возбужденные в таком вибраторе, не быстро затухают, а потому можно в нем сделать значительной длины искру и достигнуть значительной разности потенциалов в начале колебания, не опасаясь того, что разряд утратит колебательный характер.

Такой вибратор был испытан на больших расстояниях сначала во дворе, но расстояния оказались малы; пришлось производить опыты в гавани на подвижном маленьком судне, и первые же опыты показали возможность обнаружения волн вполне отчетливо на расстоянии до 300 сажен, а дальше могли быть обнаружены только наиболее энергичные разряды, случайно выделяющиеся среди более слабых.

Теперь другая сторона — приемник — также может служить средством для увеличения расстояния. Сначала употреблялся в чувствительных трубках порошок, но после многих проб оказалось, что большей чувствительности можно достигнуть, употребляя вместо порошка мелкий стальной бисер, вроде крупных опилок. Бисер, как показал опыт, дал расстояние в 3—5 раз больше, чем опилки, причем увеличение чувствительности произошло с сохранением ее постоянства. Употребление бисера и увеличение вибратора дало расстояние до 300 саж. с маленькой спиралью, которая не могла дать искры при данных условиях более 4—5 *мм*. Употребление следующего номера спирали сразу дало расстояние более версты.

Если же приемник снабдить очень длинным вертикальным проводником, что можно легко сделать на судне, то расстояние, на котором волны будут действовать на приемник, еще увеличится, так как, увеличивая длину приемной проволоки, мы захватываем энергию с большей части пространства. Есть и еще средства для увеличения чувствительности приемника, именно увеличение

чувствительности реле, употребляемого в цепи с чувствительной трубкой. Воспользовавшись и этим средством, мы достигли на открытом месте с тем же вибратором расстояний, доходящих до 1½ версты.

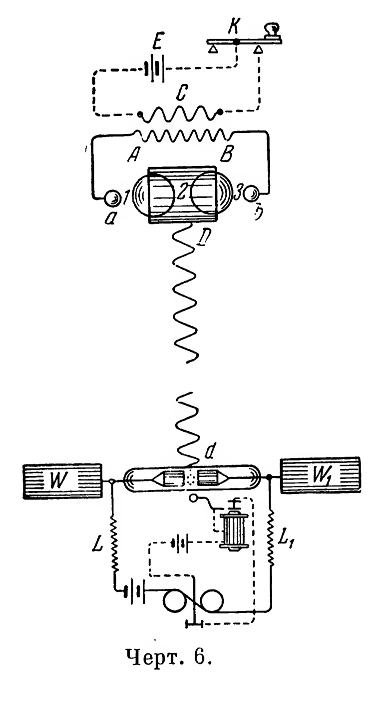

Черт. 5.

Это были первые шаги. Устроив вибратор, способный запасать еще бо́льшую первоначальную энергию, можно было достигнуть еще бо́льших расстояний. Вместо шаров на концах стержня были укреплены диски, перпендикулярные к стержню; для прочности они сделаны в виде двух абажуров (черт. 5), сложенных вместе; это увеличило электрическую емкость. Расстояние между дисками осталось прежнее, диаметры их менее метра. Обыкновенные индукционные катушки позволяют увеличивать длину разрядной искры, но колебательный разряд пропадает, потому что сопротивление длинной искры велико. Если мы вместо маленьких шляпок в месте перерыва стержня вибратора поставим диски около 10 *см* в диаметре, то получится род конденсатора, который не будет мешать колебательному разряду, потому что после образования искры между этими пластинками не будет большой разности потенциалов, но в первый момент энергия этого конденсатора будет выделена в искре и уменьшит ее сопротивление.

Это прибавление дало нам такие результаты. Вибратор был поставлен на берегу моря, приемник — на катере с мачтой около 4 саж., на этой мачте была подвешена проволока, ведущая к приемнику. Таким манером можно было получить достаточно большую энергию; уходя от вибратора, замечали предельное расстояние, на котором все волны сопровождаются действием приемника. Оказалось, что с большим вибратором можно дойти до 3 верст.

Сейчас же можно было увеличить расстояние, взяв более высокую мачту. При высоте ее около 8—9 саженей (на большом судне) достигнуто расстояние в 5 верст.

Так как нами была поставлена задача определить прежде всего, на какие расстояния можно посылать достоверные сигналы, то самые опыты велись в таком порядке: по знаку флагом с катера на берегу производили три отдельных разряда и замечали, все ли разряды достигли до приемника; под предельным расстоянием я подразумеваю расстояние, на котором приемник работает без пропуска. Эти опыты повторялись многократно, постоянство чувствительности многократно определялось, и всегда определенный размер искры давал одни и те же расстояния.



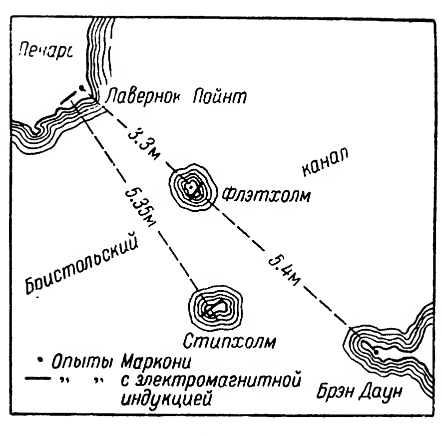
Черт. 6.

Опыты наши производились на средства Морского министерства. Большая часть испытаний произведена на Минном отряде в Транзунде ассистентом Минного офицерского класса Петром Николаевичем Рыбкиным при помощи минных офицеров отряда.

Наши опыты были подготовлены к началу кампании, а в июне появились публикации о приборе Маркони. Все, что имелось у нас, содержится и в приборе Маркони. Вибратор Маркони взял другой. Он состоит из двух шаров, которые близко сходятся. Два перерыва, которые имелись в этом приборе, имелись и у нас. Между двумя шарами происходит разряд. Следовательно, по сравнению с герцевским вибратором в этом уничтожен промежуточный проводник. Это сделал Риги умышленно, его цель была получить как

можно меньшие размеры колебаний и малую длину волны. Маркони остановился на вибраторе Риги, как самом лучшем.

Схема опытов Маркони здесь начерчена (черт. 6), и вы видите полную тождественность составных частей с нашим прибором. В приемной части оказался прибор d с порошком, но иной формы. Здесь не две пластинки, а два маленьких цилиндра, пространство между которыми заполнено порошком. Диаметр этих цилиндров одинаков с внутренним диаметром трубки. Порошок он взял никелевый, который, по нашим опытам, как будто не лучше и не хуже железного. Чувствительность прибора Маркони немного больше. Мы не шли далеко в чувствительности приемника потому, что, имея дело с атмосферным электричеством, мы видели, что приемник часто действует по целым часам от атмосферных разрядов. Затем он выкачал воздух из трубки, что было естественно сделать и что приходило в голову и нам. Но в позднейших статьях он говорит, что можно действовать и без пустоты. Вся остальная часть, как и у нас. Здесь батарея, ведущая ток через трубку и контакт в опилках, замыкается через обмотку реле. Затем, далее, побочная цепь содержит молоточек, в котором нет ничего особенного. Все остальные части те же самые, что и у нас, за исключением никелевых опилок и пустоты. На чертеже поставлены катушки L и L_1, чтобы случайные колебания, происшедшие от искры в перерывах реле и звонка, ослаблялись катушками с самоиндукцией и не достигали чувствительной трубки. Мы этой цели достигли вставлением трубки между обмотками реле.



Черт. 7,

Маркони пользуется явлением резонанса. Если мы имеем два тела, способные звучать в унисон, то колебания в воздухе, произведенные одним, могут вызвать звучание второго тела. Так как всякому проводнику присуще свое собственное колебание определенного периода, то можно подобрать приемник такого размера, чтобы его колебания отвечали колебаниям вибратора. Мы пытались в своих опытах воспользоваться резонансом, но он мало помогал [1]). Мы усиливали вибратор тем, что получали предельные длины искры. Если же уменьшить разрядное расстояние, то колебания будут затухать медленнее, и резонанс выразится резче. У Маркони расстояние между шарами невелико, около миллиметра. Следовательно, начальная энергия его вибратора сравнительно мала, но зато легко можно увеличить расстояние, на котором действует приемник, пользуясь резонансом,— в этом я также вижу отличие опытов Маркони по сравнению с нашими. На прилагаемом чертеже (черт. 7) указана схематическая карта местности, где производились опыты Маркони, которые производились также на море. На карте показаны места приборов Маркони и расстояния. Это — наибольшее расстояние опытов Маркони. Прис говорит, что он, увеличивая размеры вибратора, достигал больших расстояний, до 14 *км*. Здесь же указаны чертами места опытов Приса с параллельными проводниками.

Вот все, что было до сих пор опубликовано Маркони.

Сравнительные результаты и сравнительная история наших опытов и опытов Маркони уже теперь позволяют мечтать о дальнейшем развитии этого дела и о практических применениях его в военно-морском и военном деле на суше, а также в помощь маячным световым и звуковым сигналам, так как электромагнитные волны не задерживаются ни туманом, ни бурей.

Теперь остается только демонстрировать прибор в связи с телеграфом. Вопрос состоит только в подборе элементов, вибратора, молоточка, сопротивления обмоток телеграфа и т. д. Все это надо подобрать. Всякая волна делает точку на телеграфной ленте, но одними точками

---

[1]) См. примечание на стр. 87. *(Прим. ред.)*

действовать нельзя, надо, чтобы вибратор действовал периодически. 5, 10, 15 точек дадут черту, и сигнализация становится возможной.

Здесь собран прибор для телеграфирования. Связной телеграммы мы не сумели послать, потому что у нас не было практики, все детали приборов нужно еще разработать.

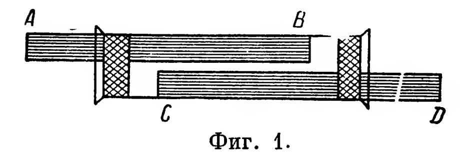
В заключение остается сказать, что слишком легкие первые шаги в этом деле позволяют надеяться и на значительные увеличения расстояний.

6

ПРИМЕНЕНИЕ КОГЕРЕРА

Письмо в редакцию журнала «The Electrician» [34]
10 декабря 1897 г., № 1021, стр. 235

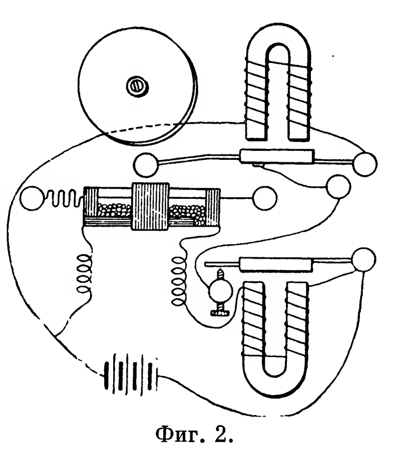
Сэр! Внимание, которое вы уделили когереру в выпуске Вашего журнала от 12 ноября [35], заставляет меня надеяться, что Вы рассмотрите мою маленькую работу с этим прибором, описанную в журнале Русского физико-химического общества, янв. 1896 г. Содержание моей статьи было доложено на собрании Физической секции нашего Общества в апреле 1895 г. Я даю в переводе, с сокращениями, несколько выдержек из этой статьи.



Фиг. 1.

«Повторяя некоторые опыты Лоджа с когерером, я построил прибор, весьма полезный для демонстрации свойств герцевских электромагнитных волн и лучей в большой аудитории, а также пригодный для регистрации атмосферных электрических возмущений... Я нашел, что лучшей формой когерера в виде трубки с железными опилками, обладающего достаточной и постоянной чувствительностью — он изображен в натуральную величину на фиг. 1 — являются две платиновые пластинки *AB* и *CD*, помещен-

ные в стеклянной трубке на расстоянии от 1 до 2 *мм* друг от друга. Применяя чувствительное реле в цепи с трубкой когерера и обыкновенный электрический звонок в выходной цепи для звукового сигнала и для автоматического встряхивания когерера, я получаю прибор, который в точности отвечает на каждую электрическую волну коротким звонком или ритмическими ударами, если электрические колебания возбуждаются непрерывно...» (см. фиг. 2).

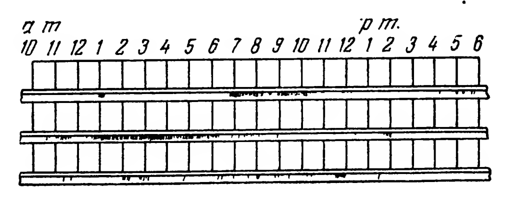


Фиг. 2.

«Присоединяя параллельно со звонком электромагнитный самописец, который чертит прямую линию на бумажной ленте, приводимой в движение часовым механизмом бр. Ришар с 12-часовым заводом, я получаю прибор, регистрирующий в виде зубчатой линии на движущейся ленте каждую электрическую волну, которая достигает когерера из атмосферы... Такой прибор был помещен в комнате Метеорологической обсерватории Лесного института в С.-Петербурге в июле 1895 г. Один из электродов был соединен при помощи изолированной проволоки с обычным громоотводом, помещенным на башне вместе с анемометрами и т. п., а другой электрод когерера соединялся с землей. Обыкновенный громоотвод служит защитой прибору при сильных разрядах»...

«В заключение могу выразить надежду, что мой прибор будет применен для сигнализации на дальние расстояния посредством электрических колебаний высокой частоты, как только будет изобретен более мощный возбудитель таких колебаний. С июля 1895 г. и до настоящего времени мой прибор действовал вполне хорошо в качестве грозоотметчика, как можно видеть на фотографии (фиг. 3) различных записей гроз, произведенных помощью этого прибора прошедшим летом...

... Применяя в когерере стальную дробь вместо железных опилок, я получаю хороший когерер, посредством которого могу обнаруживать электрические волны на расстоянии 1 километра, работая с герцевским вибратором с шарами в 30 *см* и обыкновенным реле Сименса — Гальске. С вибратором Бьеркнеса диаметром в 90 *см* и более чувствительным реле я получаю хорошее действие



Фиг. 3.

на 5 *км*, без откачки трубки и без какого-либо иного резонанса, кроме того, который получается в силу самого устройства моего самопишущего прибора».

Из предыдущих замечаний можно заключить, что устройство приемника Маркони является воспроизведением моего грозоотметчика.

Ваш и пр.
А. Попов

Минная школа, Кронштадт, Россия, 26 ноября 1897 г.

7

ОТЧЕТ КОМИССИИ ГЛАВНОГО МОРСКОГО ШТАБА ОБ ОПЫТАХ ПО РАДИОСВЯЗИ В КАМПАНИЮ 1897 г. [36]

2 декабря 1897 г.

В течение зимы 1896/97 г. были получены известия об опытах, производимых в Англии Маркони и Присом над телеграфированием без проводников, причем сущность этих опытов тщательно скрывалась. Между тем еще в

1895 г. в Минном офицерском классе преподавателем А. С. Поповым был сконструирован прибор, дающий возможность делать сигналы электрическим звонком на расстоянии. Опытов в большом масштабе с ним не было произведено, но теоретически можно было ожидать, что некоторые изменения в приборах дадут возможность достигнуть сигнализации на расстояния, достаточные для практических приложений этого способа, при переговорах между судами, хотя бы стоящими на рейде или идущими в эскадренном строю.

Весной 1897 г. в Кронштадтской гавани были произведены опыты с приборами, для этого специально построенными, давшие в результате возможность установить сигнализацию на расстоянии около 300 саженей между крейсером «Россия» и «Африка», а также некоторые данные для решения задачи об увеличении расстояния сигнализации. Пользуясь результатами этого опыта отчасти на основании лабораторных испытаний, отчасти на основании теоретических работ, относящихся к этому вопросу, были заказаны приборы для летних опытов на минном отряде на средства, ассигнованные Морским техническим комитетом. Для испытаний этих приборов была назначена комиссия [37].

Самый способ телеграфирования без проводников по существу содержит два рода приборов: источник электрических волн, так называемый вибратор, в котором происходят разряды весьма сильной Румкорфовой спирали, и прибор, обнаруживающий электрическую волну на расстоянии, если таковая достигнет вертикального приемного проводника, ведущего к прибору. Всякий отдельный разряд в вибраторе вызывает замыкание тока местной батареи в приемном аппарате; таким образом можно передавать точки азбуки Морзе.

Для возможности телеграфирования обычной азбукой Морзе (точки, тире) нужны еще вспомогательные приборы: на станции отправления — особый прерыватель для действия Румкорфовой спирали, дающий ряд разрядов, следующих ритмически, чтобы составить на приемной станции из пунктирной линии длинные и короткие черты, а для станции получения — нужен телеграфный аппарат,

более чувствительный, чем существующий в практике, с лентой, медленно идущей, так как самый способ возбуждения электромагнитной волны требует, чтобы отдельные импульсы следовали друг за другом не слишком часто. Для разработки вопроса на первом плане были поставлены следующие задачи:

1. Увеличить расстояние, на которое можно посылать сигналы,— этого можно достигнуть двумя средствами: увеличением мощности источника волн и увеличением чувствительности приемника. Лабораторные опыты минувшей зимы дали возможность увеличить чувствительность приемника в 5—6 раз, и так как дальнейшее увеличение чувствительности может иметь некоторые неудобные стороны, то внимание было направлено на усиление энергии электромагнитной волны; для этого были заказаны различные формы вибраторов.

2. Опытом надо было найти из заготовленных приборов комбинацию, дающую наибольшие расстояния правильного действия сигнализации.

3. Определить степень постоянства чувствительности приборов, а также изучить причины, обусловливающие изменение чувствительности, если она будет непостоянна.

4. Определить влияние атмосферных условий на дальность и исправность действия сигнализации.

5. Испытать действие приборов в судовой обстановке с целью определить влияние на сигнализацию металлических частей судна, найти наивыгоднейшее помещение приборов на судне и вообще определить те особенности, которые потребуются для приборов, назначенных к употреблению на судах.

Так как, не имея приборов, действующих достоверно на значительных расстояниях, было бы преждевременно разрабатывать детали системы, то на втором месте были поставлены следующие задачи:

5. Попробовать приспособить имеющиеся в распоряжении телеграфные приборы к установлению постоянной связи между судами.

7. Разработать вспомогательные приборы для телеграфирования.

8. Выработать приспособление для пользования током от судовых динамомашин источниками электромагнитных волн.

Для решения задач, поставленных в пунктах 1, 2, 3 и 4, на берегу острова Тейкар-саари была установлена станция отправления, а на катере, постепенно удалявшемся от источника волн,— приемная станция, причем расстояние между приборами можно было знать по заранее расставленным вехам, с точностью до 10—20 саженей. На станции отправления производилось по знаку флагом с приемной станции всякий раз три отдельных разряда, следующих с равными промежутками, а на приемной станции наблюдалось число замыканий тока на гальванометр. Таким образом можно было решить: на каком расстоянии (максимальном) все посланные волны дают полный эффект на приемном приборе, от каких причин зависит это расстояние и насколько можно считать постоянным максимальное расстояние при повторении опыта в разное время как при тождественных атмосферных условиях, так и при различных.

Эти опыты дали следующие результаты.

Наибольшие расстояния достигаются увеличением энергии волны, величина же этой энергии определяется размерами вибратора и действующей разностью потенциалов, в свою очередь обусловливаемой мощностью индукционной спирали и длиной разрядной искры в вибраторе. При данном вибраторе и при данной длине искры всегда получались одни и те же максимальные расстояния, если состояние погоды было одинаково, что доказывало очень ценное свойство приборов: постоянство чувствительности приемника и постоянство мощности источника волн. Дальность сигнализации из сравнительных опытов оказалась, кроме того, чувствительно зависящей, как и следовало ожидать, от высоты вертикального проводника, принимающего волну на станции получения сигнала. Наибольшая дальность, достигнутая с береговой станции, помещенной на высоте одной сажени над уровнем воды, при передаче на катер с приемной мачтой четыре сажени, была три версты. Когда, впрочем, станция отправления была помещена на верхнем мостике транспорта

«Европа», стоявшем на якоре, а приемный аппарат на крейсере «Африка», причем длина приемной проволоки достигла восьми саженей, то расстояние, определяемое по положению «Африки», бывшей на ходу, достигало пяти верст (трех миль).

Состояние погоды может сказываться на действии приборов по следующим причинам: 1. Грозовые тучи и даже облака, давая электрические разряды, служат источниками электромагнитных волн, которые могут вызвать действие приемного прибора помимо станции отправления, и при частых разрядах во время грозы телеграфирование невозможно. Помимо же грозовых разрядов, электрические колебания хотя и возникают иногда, но сравнительно редко, как показывают двухлетние наблюдения на Метеорологической обсерватории Лесного института, производимые над прибором, подобным приемнику, а потому не могут мешать сигнализации. 2. Влажность атмосферы оказывает неблагоприятное действие на изолировку вибратора и ослабляет разряд, но это влияние вполне устранимо устройством закрытых приборов, что легко осуществимо. С приборами, заготовленными для опытов нынешнего лета, нельзя было во время дождя делать опытов на открытом воздухе, но, помещая вибратор внутрь рубки (на «Европе»), можно было испытывать действие приборов и во время дождя. 3. Очень важно было решить, влияет ли состояние атмосферы (дождь, туман и т. п.) на распространение волн; для этого делались опыты во время проливного дождя и очень частого мелкого дождя. Ослабляющего действия не было замечено. Тумана не было во время опытов (по английским данным туман не препятствует действию приборов).

Влияние судовой обстановки сказывается в следующем: все металлические предметы — мачты, трубы, снасти — должны мешать действию приборов как на станции отправления, так и на станции получения, потому что, попадая на пути электромагнитной волны, они нарушают ее правильность отчасти подобно тому, как действует на обыкновенную волну, распространяющуюся на поверхности воды, брекватер, отчасти вследствие интерфе-

ренции волн, в них возбужденных, с волнами источника, т. е. влияют неблагоприятно.

Для изучения этих условий станция отправления была помещена на транспорте «Европа», а приемная станция— на «Африке». Оказалось, что для успешного действия между станциями достаточно, чтобы непосредственно между вибратором и приемной проволокой не попадались вертикальные проводники; проводники же, расположенные по соседству, не препятствуют.

Взаимное расположение приборов можно определить так: нужно, чтобы от вибратора была видна приемная проволока. Ослабляющее действие промежуточных проводников неоднократно проявлялось во время опытов. Так, например, когда суда, стоящие на якоре, располагались на створе мачт, то приходилось приемную проволоку переносить на бак или на ют, смотря по положению судна.

Наблюдалось также влияние промежуточного судна. Так, во время опытов между «Европой» и «Африкой» попадал крейсер «Лейтенант Ильин», и если это случалось при больших расстояниях, то взаимодействие приборов прекращалось, пока суда не сходили с одной прямой линии [38].

При низком положении вибратора и приемника мешает взаимодействие приборов и борт судна, в чем можно было убедиться опытом, помещая приемный прибор на катере, а вибратор на палубе.

Эти опыты приводят к заключению, что приборы надо помещать по возможности высоко.

Попытки приспособить имевшиеся в Минном офицерском классе телеграфные аппараты показали несоответствие частей с другими необходимыми приборами, но эта часть задачи не представляет затруднений и решается лабораторными опытами. Задача, поставленная в пункте 8, также требует кабинетных работ.

В конце июня в специальных журналах были опубликованы некоторые данные об опытах Маркони и Приса, произведенных в Англии [39]. Оказалось, что устроенные ими приборы были по существу тождественны с нашими, но в некоторых деталях английские приборы имеют отличие.

По словам Приса, ими были испытаны также многие видоизменения, сходные с нашими. Так, в некоторых случаях они достигали более значительных расстояний. Поэтому мы сочли важным заказать приборы, следуя указаниям, появившимся в литературе, но эти приборы, заказанные нами в Петербурге, не были своевременно готовы (главный из них был окончен в октябре), так что сравнительные опыты с ними — дело будущего.

Выводы из опытов минувшего лета могут быть резюмированы в следующих пунктах:

1. Легко достигнутое увеличение расстояния — с десятков саженей до 2 тысяч — дает надежду на дальнейшее увеличение расстояний (по литературным данным, впрочем, противоречивым, на опытах в Италии достигнуты расстояния до 18 километров).

2. При достигнутых уже расстояниях употреблять сигнализацию на эскадрах.

3. Применение источника электромагнитных волн на маяках в добавление к световому или звуковому сигналам может сделать видимыми маяки в тумане и в бурную погоду: прибор, обнаруживающий электромагнитную волну звонком, может предупредить о близости маяка, а промежутки между звонками дадут возможность различать маяки. Направление маяка может быть приблизительно определено, пользуясь свойством мачт, снастей задерживать электромагнитную волну, так сказать, затенять ее.

4. Способ сигнализации может допускать употребление как обыкновенной азбуки Морзе, так и употребление цифровой системы и сигнальной книги.

5. Все до сих пор сделанное может рассматриваться как первый шаг в этом направлении. Продолжение опытов очень желательно, так как детали приборов могут быть усовершенствованы только при постоянных контрольных испытаниях.

6. Для дальнейшей разработки дела необходимо устройство двух постоянных пунктов, между которыми могла бы быть установлена постоянная связь. Чтобы к началу кампании будущего года иметь для испытания практические приборы, необходимо теперь же продолжать

работы, на что нужны новые затраты. По литературным данным, такие опыты производятся в настоящее время в Англии, Италии, Германии и Австрии; на первоначальные опыты в Англии было израсходовано 600 фунтов стерлингов.

7. Помимо применений телеграфирования без проводников, в морской жизни этот способ может и теперь иметь значение для сообщения между отдельными фортами в укрепленных районах, где часто расстояния не превосходят 5—8 верст.

8. Расходы, произведенные на предварительные опыты, немного превосходят ассигнованную сумму (300 рублей) [40] и, конечно, опыты стоили бы гораздо дороже, если бы не пользовались готовыми приборами Минного офицерского класса. Определить точно цифру, необходимую для дальнейших работ, не представляется возможным, но если задаться устройством двух станций, снабженных всем, необходимо, помимо средств Минного класса, иметь еще в виду разработку приборов, причем первые экземпляры всегда будут сравнительно дороги. Поэтому необходимые средства можно определить от 3 до 4 тысяч рублей.

Расходы по испытанию сигнализации между судами без проводников:

На готовые приборы и их части . . .	379	р.	27 к
На готовые материалы для изготовления приборов под личным наблюдением	110	»	41 »
На разъезды, доставку и пересылку материалов, приборов и их частей . .	170	»	80 »
За работу по изготовлению приборов механику, двум столярам и жестянику и мелкие расходы	282	»	20 »
На вознаграждение сторожей и прислуги, бывшей при опытах	70	»	— »
Итого	1012	р.	68 к.

Подп. преп. *А. Попов*, ассистент *Рыбкин*, капитан второго ранга *Васильев*.

8

ОТЧЕТ А. С. ПОПОВА ОБ ОПЫТАХ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ БЕЗ ПРОВОДНИКОВ В КАМПАНИЮ 1898 года [41]

Опыты прошлого года показали, что передача сигналов с помощью электромагнитных колебаний вполне возможна на расстояниях до трех миль. Поэтому в течение зимы 1897 г. разрабатывались преимущественно детали собственно телеграфных приборов. Пользуясь старыми телеграфными аппаратами Минного офицерского класса, удалось скомбинировать две телеграфные станции, которые могли работать помощью электрических колебаний. Несколько необходимых дополнительных опытов было сделано до начала кампании Минного отряда, благодаря содействию Его превосходительства Главного командира Кронштадтского порта, предоставившего для опытов катер «Рыбка» [42].

В этих опытах станция отправления была помещена на «Рыбке», крейсировавшей по малому рейду, а приемные приборы на мостике эскадренного миноносца «Петропавловск», стоявшего около стенки в средней гавани.

Первой задачей, которую нужно было решить на опыте в кампанию этого года, было устранение одного довольно крупного недостатка, проявившегося в прошлом году, именно: вредного, загораживающего действия металлических снастей, мачты и трубы судна, когда они попадали на пути распространения электрических волн. Для этого на берегу острова Тейкар-саари была устроена станция отправления, измененная против прежнего,— самый источник электрических волн был помещен в будке и связан с изолированной сетью проводников, натянутых на мачтах, установленных возле будки. Подобная же сеть была натянута на крейсере «Африка» через клотики и по концам рей в два параллельных кольца; к этой сети присоединялся приемный телеграфный аппарат, стоявший в рубке. При таком устройстве станций передача сигналов уже не зависела от положения судна, так как при всевозможных относительных положениях его электрическая

волна встречала незагороженный, изолированный проводник, связанный с приемником. Только одно положение оказалось менее благоприятно, именно: когда судно было обращено к станции носом, но и здесь сказалось вредное влияние соседнего проводника. Передний приемный проводник, протянутый сверху мачты к носу судна, хотя и не касался нигде металла судна, но был очень близок к штагу. Сеть была везде удалена от металлических снастей по крайней мере на три фута и прием сигналов стал происходить беспрепятственно. Та же самая сеть проводников служит и для отправления с судовой станции; в таком случае разрядник, возбуждающий колебания, соединяется с сетью, а приемный аппарат отделяется от нее.

После того как была решена эта задача, были произведены сравнительные испытания различных видов разрядников, результат которых был очень важен: оказалось, что сама сеть служит хорошим источником для электрических волн, а размер и форма разрядника уже не играют большой роли. Вместо громоздких вибраторов Герца может быть употреблен таковой же, но самых небольших размеров. Это значительно упрощает устройство станции отправления, сводя ее только к трем частям: индукционная катушка Румкорфа, небольшой разрядник и сеть изолированных проволок. На станции получения — та же сеть и приемный телеграфный прибор. Все приборы устанавливаются внутри рубки, и только сетка из проволок остается для внешних действий. К концу кампании были установлены две тождественные станции: одна на крейсере «Африка», другая на транспорте «Европа». Таким образом между этими судами было установлено постоянное телеграфное сообщение; к этому времени команда, служившая во время опытов, была уже достаточно обучена телеграфированию, и было возможно пользоваться этим телеграфом для обмена служебными депешами.

С 21 августа по 3 сентября было передано 136 служебных телеграмм, не считая ежедневного обмена депешами исключительно для практики команды. Во время шторма 3 сентября телеграф остался единственным средством сообщения между судами, действовал совершенно

беспрепятственно и оказал чувствительные услуги команде крейсера «Африка».

Расстояние, на котором обмен телеграммами был совершенно правилен, определяется наибольшим расстоянием, на которое удалялся крейсер «Африка» во время учений, т. е. около трех миль, причем наибольшие расстояния не одинаковы для обеих станций, потому что различны были высоты мачт и сила индукционных спиралей на обеих станциях.

Что касается желательного увеличения дальности телеграфирования без проводников, то и опыты и литературные данные указывают простые средства для ее увеличения: главным образом необходимо иметь на той и на другой станции изолированные проводники, по возможности возвышенные над металлическими частями судна. Абсолютная высота мачт хотя и помогает увеличению дальности, но небольшое возвышение проводников над металлической мачтой оказывается более действенным. Если будет возможность установкой специальной стрелы поднять проводник выше металлических снастей или отчасти устранить их по соседству с проводниками для телеграфа, то можно и совершенно уничтожить сетку на реях и между мачтами и вместе с тем увеличить дальность телеграфирования.

В опытах компании Маркони достигнуты расстояния 54 километра при высоте мачты 200 метров; при высоте мачты 70 метров наибольшее расстояние было 16 километров — расстояние увеличивается почти пропорционально высоте мачты, если изменять одну мачту; почти пропорцинально квадрату высоты, если увеличивать обе мачты. В наших опытах высота мачты была около 18 метров, при этом мачты содержали в себе громоотводы, что значительно вредило дальности телеграфирования, так что мы не можем пока сравнить своих результатов с результатами английской компании беспроволочного телеграфа. В течение зимы предположено сделать несколько опытов в Кронштадте, между башней Морского телеграфа и некоторыми фортами, с целью определения дальности при изолированных мачтах, а также для испытания новых комби-

наций в приборах, обещающих увеличение дальности телеграфирования.

В настоящее время вопрос о телеграфировании между судами эскадры может считаться решенным. В ближайшем будущем желательно снабдить несколько судов Практической эскадры приборами и людьми, обученными телеграфному делу, чтобы сделать оценку полезности и применимости новых приборов в ежедневном обиходе и в различных случайностях морской службы.

В недалеком будущем, вероятно, все большие океанские суда будут иметь приборы для телеграфирования без проводников, чем значительно будут уменьшены шансы столкновения судов во время тумана, и тогда будет уместно снабжать такими же приборами и маяки вдобавок к их световым источникам.

Преподаватель *А. Попов*

9

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА ГЛАВНОМУ ИНСПЕКТОРУ МИННОГО ДЕЛА КОНТР-АДМИРАЛУ К. Д. ОСТЕЛЕЦКОМУ ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ АППАРАТОВ БЕСПРОВОЛОЧНОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ В РОССИИ [[43]]

23 января 1899 г.

Его превосходительству Главному инспектору минного дела.

В отчете моем об опытах, произведенных в минувшую кампанию на судах Минного отряда над приборами для телеграфирования без проводников, мною высказаны пожелания, чтобы в кампанию наступившего года были произведены опыты более широкого пользования новым способом сообщения между судами для оценки его пригодности в судовой жизни.

Литературные данные указывают, что этот способ телеграфирования уже принят в итальянском флоте.

В Германии тотчас по опубликовании опытов Маркони деятельно занялись этими опытами: проф. Слаби [44] в Шарлотенбургском электротехническом институте получил возможность воспроизводить первые опыты в дворцовых садах и окрестных казенных зданиях; затем в его распоряжение были даны средства для опытов на море и воздушные шары военного ведомства. Результаты первых его опытов опубликованы и по сравнению с нашими почти тождественны; большие расстояния легко достигались при высоко поднятых проводниках; различные детали, введенные в приборах Маркони, по свидетельству проф. Слаби, не нужны для успешного действия телеграфа.

Во Франции опыты телеграфирования без проводников также обратили на себя внимание, как только разнеслись известия об опытах в Англии. Е. Дюкрете, инженер и фабрикант научных приборов, обратил внимание на мою работу, опубликованную в 1895 г., и восстановил мои права на первенство в изобретении перед французскими учеными и техническими обществами [45]. Пользуясь моими указаниями и средствами своей прекрасной мастерской, г. Дюкрете построил вполне законченный прибор для телеграфирования без проводников. Попутно им сделаны усовершенствования в индукционных спиралях и принадлежностях их, а также изобретен особый телеграфный аппарат Морзе, автоматически идущий, пока действует его электромагнит, и останавливающийся минуту спустя после окончания депеши. Таким образом телеграммы могут быть принимаемы без неотлучного дежурства при аппаратах. Во французском флоте производятся опыты с прибором Дюкрете.

В Австрии опыты телеграфирования между судами также ведутся самостоятельно, и недавно опубликованы испытания каких-то новых приборов, изобретенных студентом Будапештского электротехнического института, представляющих усовершенствование приборов уже известных; эти испытания делались на военных судах в присутствии адмиралов; результат испытаний — возможность сообщать свой курс на расстоянии 8 километров.

В Англии военное и морское ведомства работают совершенно независимо от компании Маркони и достигли

хороших результатов при помощи змеев; в сухопутном ведомстве сформированы даже особые партии, состоящие из 6 человек команды и тележки в одну лошадь, на которой уложены два змея и все приборы для телеграфной станции. Приборы для телеграфирования без проводников устанавливаются также на одном из маяков в Ламанше, потому что многие пароходы трансатлантических компаний приобретают приборы компании Маркони.

Помимо удобства, которое доставляют приборы телеграфирования без проводников, устанавливая удобное скорое сообщение между судами эскадры в повседневной жизни, эти приборы окажут неоценимые услуги во время тумана и бурной погоды, когда другие способы обмена будут прекращены. Немаловажное значение может иметь этот способ переговоров в военное время ночью, когда световая сигнализация может быть неуместной и в особенности для сообщения с эскадрой собственных миноносцев и разведочных судов в ночное время: неимение такого средства во время войны Американских Соединенных Штатов с Испанией вело к неоднократному обстреливанию американской эскадрой, в ночное время конечно, своих миноносцев.

Не имея в виду изыскивать и указывать те случаи, где беспроволочный телеграф может оказывать услуги (все эти случаи виднее для моряков), я считаю, что и при настоящем состоянии вопроса новый способ сообщения между судами должен быть введен в общее употребление и прошу Ваше превосходительство возбудить вопрос о принципиальном постановлении Комитета по введению на судах нашего флота новых приборов.

Что же касается средств для изготовления таких приборов, то в настоящее время существенные части приборов изготовлены, а отчасти разрабатываются под моим руководством в мастерской лейтенанта Колбасьева в Кронштадте.

Телеграфные аппараты могут изготовляться в России во многих мастерских и легко могут быть приобретены в случае нужды за границей [46]; индукционные спирали до сих пор не изготовлялись в России и до сих пор в огромном количестве, в особенности после открытия Рентгена,

выписываются из-за границы и имеются почти всегда на складах. Установка для изготовления таких спиралей не представляет серьезных затруднений и легко может быть устроена в той же мастерской в случае надобности. Приспособление судовых мачт прямых затруднений не представит и возможно особенно легко на безрангоутных судах.

Самый порядок введения приборов на судах может быть какой угодно, но более удобны были бы испытания на однородной по составу Черноморской эскадре. К началу кампании можно будет не только легко изготовить все приборы, но и, пользуясь весенними месяцами, подвергнуть изготовляемые приборы испытаниям и ввести всегда возможные в новом деле усовершенствования. Более целесообразно было бы снабдить приборами четыре броненосца эскадры: «Георгий Победоносец», «Чесма», «Три святителя» и «Двенадцать апостолов», кроме того один из минных крейсеров и миноносцев или же крейсер «Память Меркурия».

Вообще желательны более всесторонние испытания пригодности нового способа телеграфирования как для малых, так и для больших судов, но при этом нужно иметь в виду, что телеграфные станции легко переносимы и установка готовой станции на новом судне потребует только приспособлений на мачтах нового судна, которые могут быть сделаны в течение одной или двух недель и не представляют большой ценности. Прежде перевозки приборов в Черное море они могли бы быть испытаны в Кронштадте или на балтийских судах до июля месяца.

В настоящее время почти закончена установка двух опытных станций в Кронштадте: одна станция установлена на морском телеграфе в здании Морского инженерного училища, другая же на форте «Константин»; эти станции будут служить для испытаний нового материала, подготовленного лабораторными опытами, и вообще для изучения явлений, лежащих в основании нового способа телеграфирования, а также для решения вопроса о пригодности нового способа сообщения для связи фортов между собой,

Считая вопрос о сообщении между судами эскадры более или менее близким к решению, желательно поставить на очередь вопрос о передаче телеграмм на более значительные расстояния с помощью змеев, что особенно важно для связи разведочных судов с эскадрой: для этой цели необходимо иметь, например при Минном отряде, совершенно независимый миноносец, который мог бы служить для опытов во всякое время и не был бы связан ежедневным расписанием и вообще учебными занятиями.

Необходимо также заблаговременно обучить некоторое количетсво людей телеграфированию и обращению с приборами; для этого нужно только освободить от некоторых занятий людей, бывших при опытах прошлого года (они могли бы стать инструкторами), и назначить несколько человек для обучения вновь. Упомянутые выше опытные станции попутно могут служить для этой цели. Конечно, более подготовлены к этому делу минеры, если есть возможность отвлечь несколько человек из них от прямого их назначения. Желательно обучить для каждой станции двух человек.

В заключение могу присовокупить, что опубликованные до сих пор сведения об опытах в иностранных государствах показывают, что все располагают почти тождественными приборами, и если были случаи передачи телеграмм на расстояния, превосходящие наши, то везде это достигалось с помощью специально установленных мачт, значительно более высоких, чем наши судовые, и уединенных от соседства металлических снастей, чего до сих пор не делали мы. Достигнутые же в наших условиях расстояния надо считать очень хорошими, и с уверенностью можно утверждать, что специально приспособленные легкие мачты, в особенности на безрангоутных судах, дадут расстояния, для большинства надобностей достаточные. Утверждение это основывается на положении, что расстояние возрастает почти пропорционально квадрату длины изолированных мачт, если увеличиваются мачты обеих станций,

Надворный советник
А. Попов

10

ОПИСАНИЕ ТЕЛЕФОННОГО ПРИЕМНИКА ДЛЯ ДЕПЕШ, ПОСЫЛАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН [47]

14 июля 1899 г.

Основанием для устройства нового приемника депеш, посланных по системе Морзе с помощью электромагнитных волн, служит вновь открытое свойство трубки Бранли — когерера. Это свойство обнаруживается только при известных условиях и ускользало в прежних опытах.

Как известно, трубка, содержащая металлические опилки, изменяет свое сопротивление электрическому току под действием электромагнитных волн, встречающих трубку непосредственно, или воспринимаемых особыми приемными проводниками, связанными с трубкой. Это изменение сопротивления наступает мгновенно и сохраняется после действия электромагнитной волны; сопротивление трубки при этом падает на несколько десятков или сотен омов почти с бесконечности и должно встряхнуть трубку, чтобы разрушить проводимость опилок.

Между тем некоторые частные случаи устройства чувствительной трубки, металлические цепочки, цепочки, составленные попеременно из угольных и металлических колец, и вообще так называемые свободные контакты (микрофонические) обнаруживают малостойкие и незначительные изменения сопротивления, по величине достигающие только тысяч и даже десятков тысяч омов, но в момент прохождения через такие трубки или цепочки электрического колебания они имеют значительно меньшие сопротивления. Поэтому, составляя цепь из элемента, телефона и чувствительной трубки, мы услышим в телефоне треск, соответствующий всякому разряду посылающей станции. Последовательные разряды дают длинные и короткие сигналы, и таким образом может быть принята на слух депеша, посланная азбукой Морзе. Опыт показывает, что при этом настолько сохраняется характер действия прерывателя индукционной спирали, что без труда

можно отличать депеши различных станций, если они достигают данной станции в разное время...

Употребление телефона в последовательном соединении с малым перерывом в герцевом резонаторе уже применялось для изучения электрических колебаний. Наша трубка заменяет микрометрически получаемое малое расстояние для искры, давая возможность иметь в свободном контакте настолько малое расстояние, которое недоступно для микрометрических приспособлений. Это свойство случайно обнаружено с трубкой, мной изобретенной для телеграфа без проводников, моими непосредственными помощниками — ассистентом Минного класса П. Н. Рыбкиным и капитаном Д. С. Троицким — во время опытов, производимых в Кронштадте в начале июня сего года [48].

Около этого же времени было опубликовано письмо Юза в иностранных журналах, в котором он указывает на свои опыты с индукционными весами, относящиеся к началу 80-х годов, в которых он заметил действие на микрофон экстратоков размыкания, и тогда же высказывал мысль, что эти действия на микрофон принадлежат особым электрическим возмущениям, происходящим вблизи проводников в момент прерывания тока. Юз указывает при этом, что металлические контакты не могут в этом случае служить вследствие их спаивания или сваривания [49].

Действительно, не всякая трубка может служить для приема колебаний. По-видимому, для действия трубки в указанном смысле необходима известная степень окисления металла, служащего в ней, его твердость и самый вид зерен металла. Только трубка с платиновыми электродами и раздавленным или растолченным стальным бисером всегда удовлетворяет своему назначению: при слабых импульсах, которые дает электромагнитная волна на больших расстояниях, очень редко вызывается полное сваривание, легко устраняемое легким сотрясением.

Трубка такой формы придумана мной для действия беспроволочного телеграфа, но при комбинации с телефоном прием депеш при прочих равных условиях возможен на расстояниях значительно бóльших.

Мной было произведено несколько опытов, подтверждающих полную пригодность новой комбинации для приема депеш на слух. Одна станция отправления, снабженная моими приборами телеграфирования, помещалась на миноносце, вторая такая же станция была помещена на форте «Константин» и третья — в Кронштадте на центральной телефонной и телеграфной станции крепостного телеграфа.

На этой последней имелся только приемник, содержащий трубку, элемент, два телефона, соединенные последовательно. Один конец трубки был соединен с землей, а другой с изолированным проводником, поднятым на шесте около шести саженей над крышей здания телеграфа (№ 5).

Станция на «Константине» имела телеграфный приемник с такой же трубкой, мачта на «Константине» была высотой около восьми саженей. Миноносец имел такую же станцию и мачту... Как на миноносце, так и на форте станции отправления состоят из индукционной катушки Румкорфа, разряжающейся через обыкновенный искромер, один шарик которого соединен при отправлении с землей, другой — с вертикальным проводником на месте. Прерыватель на форте ртутный, с электромотором, а на миноносце — электротехнический, с особенностями, которые будут упомянуты ниже. Между фортом и миноносцем произведен был обмен депешами, начиная с расстояний двух верст, причем миноносец удалялся от форта малым ходом. На расстоянии около пяти верст был пущен змей. поднимавший проволоку на 25 саженей. Некоторое время на «Константине» также был поднят змей, сначала очень высоко, потом понижен до высоты мачты. Обмен депешами не прекращался до Толбухина маяка, откуда миноносец стал возвращаться назад.

В течение этого времени на станции в здании кронштадтского телеграфа дежурил при телефонном приемнике телеграфный унтер-офицер и по временам капитан Троицкий. Все депеши, посланные с форта и с миноносца, были приняты в Кронштадте без малейшего упущения. Станции при этом опыте были расположены так, что средняя станция — форт — лежала немного в стороне от пря-

мой, соединяющей крайние станции, т. е. городскую и миноносец. Расстояние между этими крайними станциями изменялось постепенно от пяти до двенадцати верст.

Кроме этого опыта, повторенного дважды, телефонные приемники были испытаны между фортами и показали большую чувствительность нового приемника и достаточную простоту обращения с ним. Единственное условие, которое нужно соблюсти при пользовании телефонным приемником,— это возможность защитить чувствительную трубку от резких толчков во время приема депеши. Для этого достаточно укрепить трубку на мягкой резине: например, поместить ее на конце каучуковой трубки или подвесить на тонких резиновых полосках, конечно, для большей достоверности полезно иметь два телефона, чтобы защитить ухо принимающего депешу от посторонних звуков, хотя действие телефона часто бывает достаточно громко...

Чувствительная трубка, употребляемая мной, устроена следующим образом. Внутри стеклянной легкой трубочки, диаметром от 8 до 12 миллиметров, длиной 6—8 сантиметров, наклеиваются с помощью лака две тонкие платиновые полоски на расстоянии от 0,5 до 1,5 миллиметров (№ 1); пластинки имеют металлическое сообщение с двумя проволочками, укрепленными в обыкновенных пробках, закрывающих трубку. Они могут быть припаяны к платине или просто прижаты, если эти проволочки сделаны также из платины. Пластинки покрывают половину внутренней поверхности трубки и наполняются раздавленным бисером. Для этого годится имеющийся в продаже стальной бисер от № 3 до № 10. При выборе необходимо руководиться только соответствием крупности зерен и расстоянием между полосками. Лучший результат получается при условии помещения одного или двух зерен между полосками.

Предпочтение бисера всяким другим видам зерен основывается на постоянстве его формы, степени твердости и степени окисления; блестящая поверхность бисера покрыта тончайшим слоем окисла, чрезвычайно стойкого против дальнейшего окисления. Внутренние части бисера покрыты довольно толстым слоем окиси, и, наконец, све-

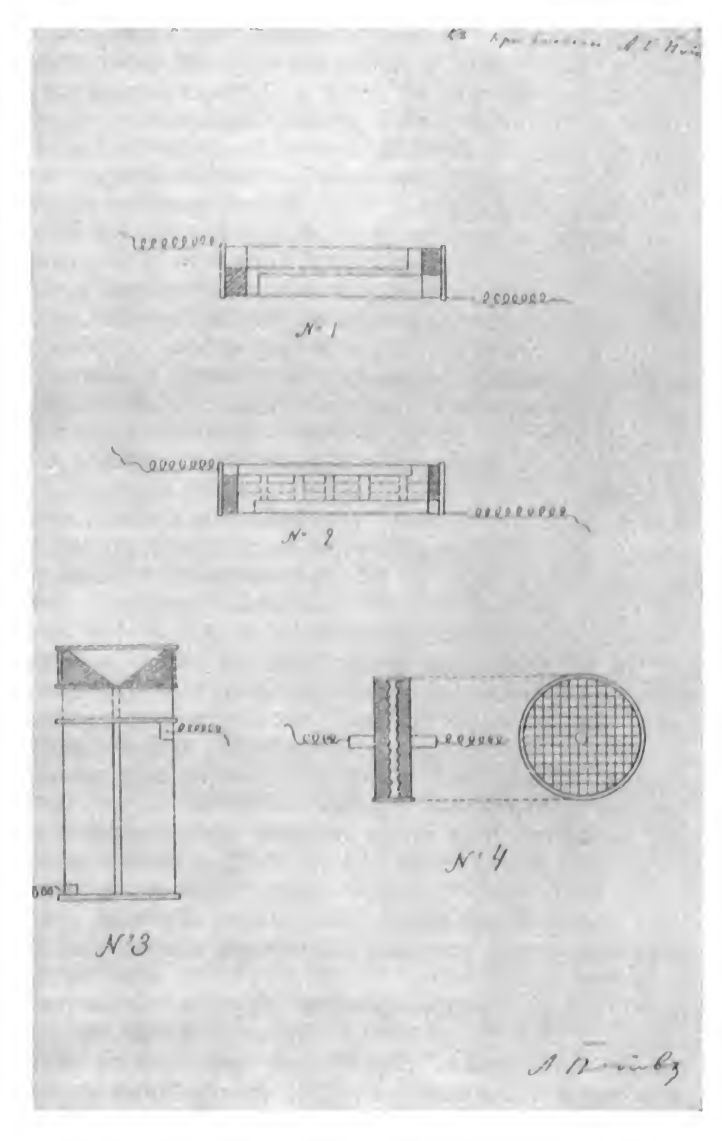


Рис. № 1, № 2, № 3, № 4.

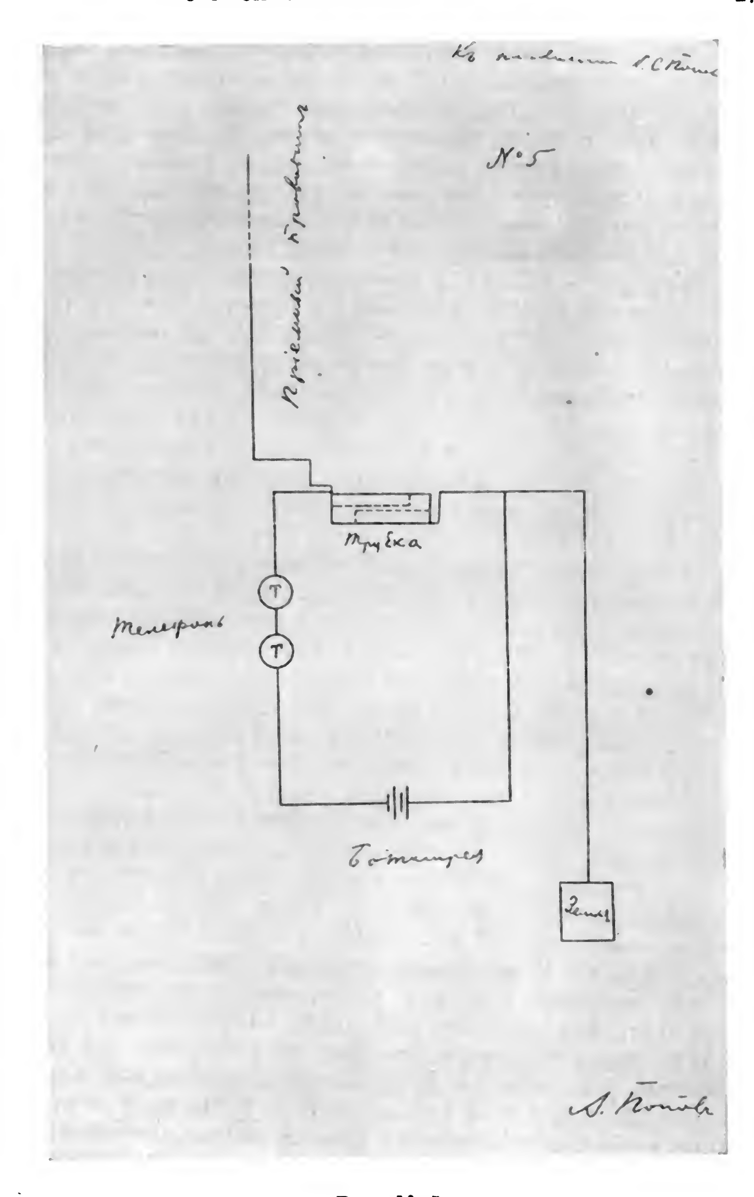


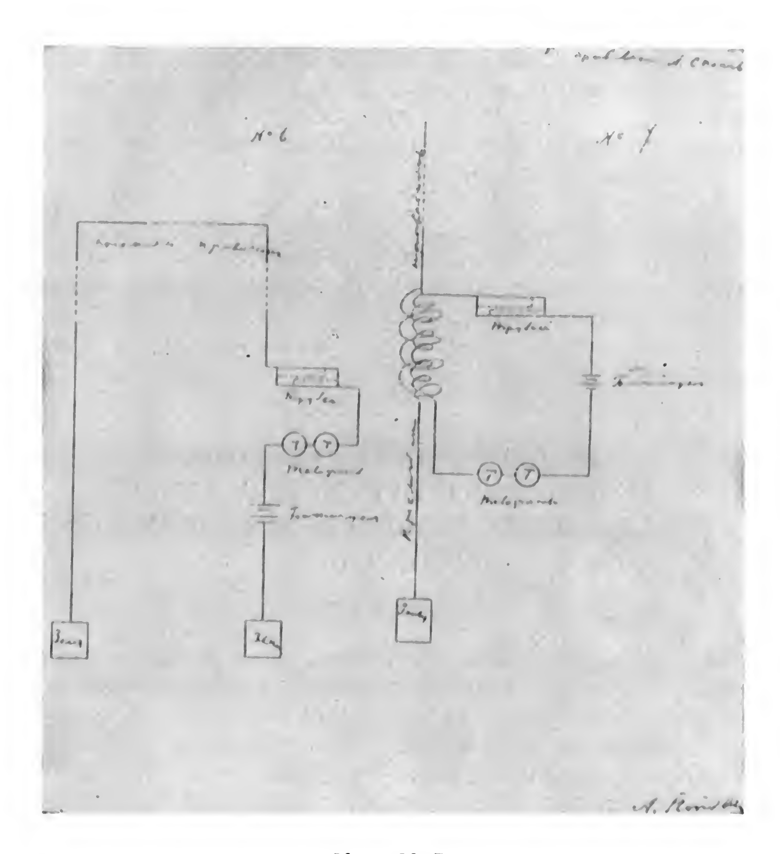
Рис. № 5.

жий излом при раздавливании бисера с помощью плоскогубцев дает поверхность с острыми выступами и свободную от окисла. Это разнообразие свойств поверхности почти при полном тождестве зерен бисера дает моей трубке сравнительно с другими большое постоянство и значительную чувствительность. Эта же трубка превосходит все другие комбинации в пользовании ею для слухового приемника электромагнитных волн.

Количество бисера в трубке должно быть равным по объему от 0,3 до 0,5 всего объема трубки. В видах более равномерного распределения бисера трубку полезно разделить перпендикулярно оси перегородками из непроводящего ток вещества, как это представлено на № 2. Другой вид чувствительной трубки, представленный на № 3, отличается только формой: внутри четвероугольной коробочки вместо платиновых листков помещены две призмы из угля, зерна раздавленного бисера наполняют отчасти коробочку.

Третий вид изображен на № 4. Бисер насыпан в короткой цилиндрической трубочке, закрытой с обеих сторон угольными кружками, внутренняя поверхность которых имеет выступы подобно вафельной доске. Такие угли употребляются в микрофонах. Бисера насыпается столько, чтобы он покрыл вполне основание цилиндра при вертикальном положении трубки; при этом верхнее основание не должно нажимать на бисер, но почти касается его. Обе последние формы не уступают первой.

Цепочки, очень хорошо работающие в качестве когерера, я изготовляю из пружинок, служащих в качестве часовых волосков. Эти плоские спирали кладутся в ряд так, что они перекрывают друг друга вроде чешуи, от трех до семи пружин достаточно в цепи с одним элементом Лекланше. К конечным спиралям припаиваются проволоки, ведущие ток; все укрепляются на эбонитовой пластинке или другом изоляторе. Простейшая схема расположения приемной станции представлена на № 5, но можно работать и с другими расположениями приборов. Рисунки № 6 и № 7 представляют возможные и испытанные нами видоизменения в расположении приборов для приемника с телефоном. Конечно, возможно пользование



№ 6, № 7.

трансформаторами, как в микротелефонной станции, но необходимости в этом нет.

Предмет привилегии составляют:

1. Комбинация телефона с когерером, изготовленным из стального бисера или вообще стальных зерен, покрытых окислами различных степеней; зерна других металлов также могут служить в чувствительной трубке. Электроды трубки платиновые или угольные предпочтительны, но могут быть стальными и вообще из трудно изменяющихся металлов.

2. Трубка со стальным бисером сама по себе, безотносительно от того, соединена ли она с телефоном.

3. Когерер из стальных, палладиевых, бронзовых и других спиральных плоских пружинок, расположенных так, как описано выше.

Преподаватель Морского инженерного училища *А. Попов* [50].

ПРИБАВЛЕНИЕ К ОПИСАНИЮ ТЕЛЕФОННОГО ПРИЕМНИКА ДЕПЕШ, ОТПРАВЛЕННЫХ ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

13 октября 1899 г.

Кроме приведенных в описании моем и приложенных в виде чертежей схем соединения приборов приемной станции, мною испытано с успехом еще одно расположение приборов, аналогичное обыкновенной приемной микротелефонной станции. Чувствительная трубка *A*, соединенная, как обыкновенно, с приемным проводом и с землей, включается в цепь последовательно с одним или двумя элементами *B* и первичной обмоткой индукционной катушки, обычно употребляемой в микротелефонных станциях, телефоны же *TT* вводятся в цепь вторичной обмотки катушки *SS* (рис. № 8).

Действие прибора следующее: электрические колебания, достигшие трубки, временно изменяют ее сопротивление электрическому току, вследствие этого ток первичной

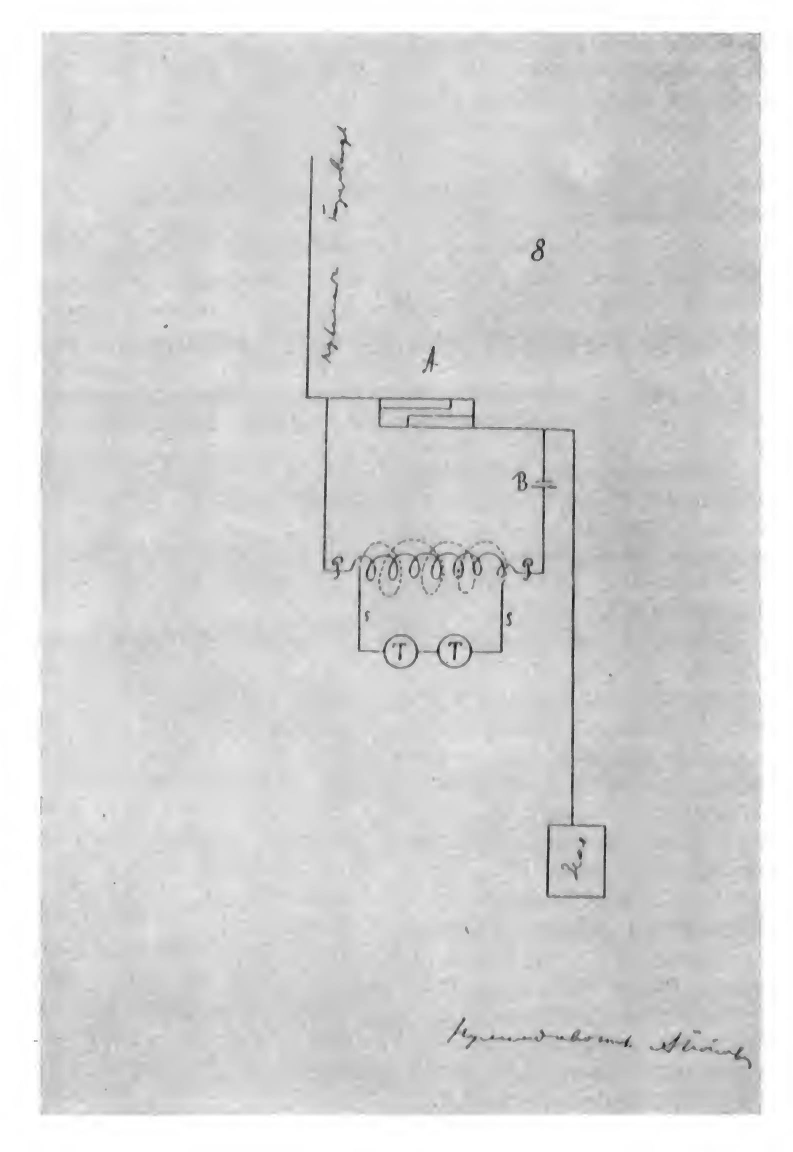


Рис. № 8.

батареи делается прерывистым или быстро изменяет свою силу; результатом этого изменения будет наведенный ток во вторичной обмотке бобины и этот последний уже приведет в движение пластинку телефона и даст звук. При этом расположении звуки слышатся в телефоне громче и отчетливее, нежели в отсутствие индукционной бобины.

Преподаватель *А. Попов*

11

ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ БЕЗ ПРОВОДОВ

Доклад на Первом Всероссийском электротехническом съезде 29 декабря 1899 г. [51].

Опыты Герца, опубликованные в конце 80-х годов, твердо направили учение об электричестве на путь, указанный Фарадеем [52] и Максвеллом [53], и своей гениальной простотой увлекли почти всех занимающихся экспериментальной физикой к воспроизведению вновь открытых явлений.

Дружная работа теоретиков и экспериментаторов скоро привела к тому, что электрические колебания, электромагнитные волны стали в ряду обычно наблюдаемых явлений. Появилась возможность практических приложений в этой новой области; возник новый способ телеграфирования помощью электромагнитных волн «без проводов».

Как и все другие способы телеграфирования, этот способ пользуется источником энергии, помещенным на станции отправления. Часть этой энергии может быть передана на расстояние на станцию приема, где и обнаруживается соответственным приемником.

Прежде чем перейти к описанию действительных приборов, служащих для телеграфирования без проводов, постараемся выяснить основные элементы явлений, характеризуемых термином электрическое колебание и электромагнитная волна. Для этого прибегнем к разбору одного неэлектрического явления.

Возьмем обыкновенный камертон и сожмем рукой его ветви. Мы затратим при этом мускульное усилие на пре-

одоление упругих сил и создадим некоторый запас энергии в виде деформации упругого тела. Как только мы освободим камертон, он начнет колебаться и спустя некоторое время остановится. Его колебания затухнут.

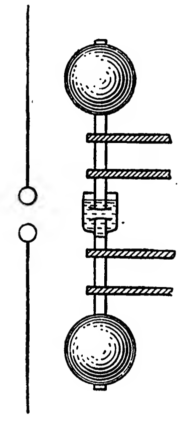
Рассмотрим ряд превращений энергии в этом явлении. В первый период времени созданный нами запас энергии упруго измененного тела вызовет перемещение ветвей камертона — энергия будет переходить в энергию движения твердого тела, пока не наступит второй момент, когда камертон достигнет своего естественного положения равновесия. Тогда энергия, затраченная на деформацию, будет равна нулю, но зато скорость и живая сила движения ветвей достигнут максимума.

Во второй период ветви камертона будут двигаться по инерции далее своего положения равновесия. Скорость будет убывать. Энергия движения снова превращается в энергию упруго измененного тела, пока скорость не сделается равною нулю. Затем скорость переменит знак, начнется движение в обратную сторону, и ряд превращений энергии будет повторяться.

Если бы, кроме указанных преобразований энергии, в явлении не участвовали еще другие виды энергии, то движение камертона не прекратилось бы. На самом деле ветви камертона приводят в колебание окружающий воздух и подставку камертона. При этом энергия рассеивается в виде звуковых волн, и кроме того, часть энергии переходит при деформации стали, тела не абсолютно упругого, в тепло; если бы камертон сделать, например, из меди,то при прочих равных условиях, вследствие указанной траты, колебания камертона затухнули бы гораздо быстрее.

Ту часть энергии, которая рассеивается в виде звуковых волн по всем направлениям от камертона, мы можем обнаружить на некотором расстоянии от него, конечно, нашим ухом, но можем энергию этой волны преобразовать опять в прежний вид, т. е. в энергию колебательного движения какого-нибудь другого твердого тела. Например, всякая упругая, легкая перепонка или пластинка может прийти в колебание; нужно только, чтобы эта перепонка встречала волну в таком относительном положении,

чтобы она могла следовать за движениями воздуха в звуковой волне. Пластинка должна быть поставлена перпендикулярно к линии распространения волны. Мало того, мы знаем, что колебания одного камертона могут через посредство звуковой волны вызвать энергичные колебания другого камертона, если только второй камертон способен колебаться в унисон с первым, потому что импульсы, периодически получаемые ветвями такого камертона, благодаря совпадению могут складываться с возбужденными уже в нем колебаниями.



Фиг. 1.

Обратимся теперь к явлениям электрического колебания в той форме, которая дана была в основных опытах Герцем. Возьмем два металлических изолированных шара (фиг. 1), соединенных между собою прямолинейным стержнем, разрезанным посредине так, что оба шара изолированы друг от друга. Будем заряжать их разноименно, например, от электрофорной машины, медленно вращая ее. По мере повышения потенциала на шарах мы будем запасать энергию в виде энергии электрического заряда. Почти с уверенностью мы теперь можем сказать, что это будет энергия, запасенная в виде деформаций в эфире, окружающем шары.

Когда разность потенциалов на шарах достигнет такой величины, что произойдет разряд через диэлектрик, разделяющий шары (воздух или минеральное масло), по стержню пойдет мгновенный ток, скажем, от верхнего шара к нижнему. Разность потенциалов начнет убывать, энергия, запасенная в виде электростатического заряда шаров, переходит в энергию тока. Эта энергия проявляется в виде энергии магнитного поля, возбужденного вокруг проводника, т. е. вокруг соединительного стержня. Линии сил этого поля будут направлены по концентрическим кругам, центры которых лежат на оси стержня.

Когда потенциалы шаров сравняются, вся электростатическая энергия перейдет в электромагнитную, но

ток не прекратится мгновенно, хотя исчезла первоначальная причина тока — разность потенциалов на шарах. Исчезающее магнитное поле возбуждает в проводнике электродвижущие силы (самоиндукцию). Ток будет некоторое время продолжаться в прежнем направлении, и на шарах снова появятся разноименные заряды, но по сравнению с предыдущими противоположного знака. За этот период энергия магнитного поля снова будет превращаться в энергию электростатического заряда до того момента, пока не прекратится ток. Затем все превращения повторяются снова в прежнем порядке, периодически сменяя друг друга.

Как и в случае колебания камертона, эти явления не исчерпывают всех превращений энергии — часть энергии электрического тока переходит в самом стержне, и в особенности в искре, в тепловую энергию, отчасти в световую, и часть энергии рассеивается в виде тех возмущений среды, которыми сопровождается периодическое появление и исчезновение магнитного поля в пространстве, окружающем нашу систему проводников.

Разобранный нами цикл явлений называется «электрическим колебанием».

Такая система проводников, в которой условия особенно благоприятны для образования электрического колебания, называется «вибратором», а ряд возмущений в среде, окружающей вибратор, когда в нем образуется электрическое колебание, называют «электромагнитной волной». Электрические колебания будут продолжаться, пока не израсходуется энергия первоначального заряда.

Для всякой данной точки пространства электромагнитную волну можно характеризовать периодическим возникновением и исчезновением переменного по знаку магнитного поля.

Существование электромагнитной волны в соседстве с вибратором может быть доказано, если мы поместим изолированную проволоку, с весьма малым перерывом посредине, параллельно оси вибратора. Проволока эта будет находиться в переменном магнитном поле; при этом должны появиться электродвижущие силы, направленные вдоль проволоки, *и в перерыве появится искра.*

Механизм взаимодействия между вибратором и этой проволокой по существу тот же, что и при взаимной индукции между двумя паралельными проводниками, в том случае, когда по одному из проводников проходит переменный ток. С количественной стороны, однако, можно указать и значительную разницу. Дело в том, что скорость распространения электромагнитной волны может считаться равной скорости света, и в случае обыкновенного переменного тока, период которого равняется, например, $^{1}/_{50}$ секунды, около проводника появится магнитное поле одного знака на расстоянии $d = v \cdot 0{,}02''$, т. е. на пространстве 6000 километров. Изменение магнитного поля в какой-нибудь точке вблизи проводника от нуля до максимальной величины H произойдет в течение также 0,01″. Средняя электродвижущая сила, возбужденная в проводнике, помещенном в этой точке пространства, будет пропорциональна величине H и обратно пропорциональна времени нарастания H.

В случае электрического колебания число перемен зависит от размеров и формы проводников. Для шаров диаметра 30 сантиметров в зависимости от длины стержня может быть 50 000 000 полных периодов в секунду.

При таком условии магнитное поле одного направления за первый период колебаний распространится только на 6 метров, и для какого-нибудь мгновения, спустя несколько колебаний, в пространстве вблизи проводника будет магнитное поле, меняющее знак через каждые 6 метров. Электродвижущая сила, которая может быть индуктирована в проводнике, помещенном в таком поле, будет при той же амплитуде в напряженности поля H в миллион раз больше, нежели при обыкновенном переменном токе.

Хотя и есть возможность обнаружить взаимную индукцию между параллельными прямолинейными проводниками, когда по одному из них проходит обыкновенный переменный ток, например, при помощи телефона, все же электродвижущие силы, при этом возникающие, ничтожны по сравнению с теми, которые появляются при электрических колебаниях на том же расстоянии.

Прямолинейный проводник с перерывом фигурирует в некоторых опытах Герца, но электромагнитная волна может быть обнаружена таким образом только на малых расстояниях от вибратора. Однако же, если проводнику с разрезом дать размеры и форму, тождественную с вибратором, то, как и в опыте с камертоном, можно увеличить *амплитуду индуктированного электрического колебания*, пользуясь действием резонанса, и на большем расстоянии от вибратора можно получить искру в разрезе (амплитуда электрического колебания может быть определяема разностью потенциалов, возникающей на концах проводника, в котором появляется электрическое колебание). Впрочем, для резонанса звукового не обязательно геометрическое тождество двух систем (вспомним, например, резонатор Гельмгольца), важна только способность к колебаниям одной высоты тона; так и в электрических колебаниях можно обнаружить резонанс, не прибегая в проводнике, принимающем волну, к тождественным формам, а можно только подобрать проводнику подходящие размеры.

Фиг. 2.

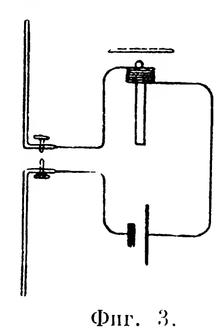
Но во всяком случае обнаруживание электрической волны помощью наблюдения искры в перерыве сплошного проводника является лишь очень грубым методом исследования. После опубликования работ Герца стали искать других способов обнаружения электромагнитных волн.

Не рассматривая всех работ, сюда относящихся, упомянем о методе Цандера: в перерыв проводника вводят специально устроенную трубку с весьма малым расстоянием между электродами в разреженном газе (фиг. 2) и замыкают цепь из нескольких сотен маленьких аккумуляторов через эту трубку, причем подбирают число вольт так, чтобы трубка не начала светиться от батареи. При возникновении в этих проводниках электрических колебаний разность потенциалов на электродах трубки в некоторые моменты значительно увеличивается и возбуждает в ней свечение; ток батареи замыкается через трубку и уже не прекращается, пока не будет прерван где-нибудь в цепи.

Другой способ, близкий к герцевскому, но более деликатный, предложенный Тюрпеном (Turpain), заключается в том, что параллельно искре в перерыв (фиг. 3) вводится телефон с элементом. В этом случае искра, появляющаяся в перерыве, временно устанавливает проводимость, и ток батареи замыкается. В телефоне слышится треск тем интенсивнее, чем больше энергия, выделяемая в искре.

Оба эти способа, однако, немного только чувствительнее первого способа Герца.

В обоих упомянутых способах мы уже имеем возможность замкнуть в близлежащей цепи ток действием электромагнитной волны, что только и нужно для телеграфирования посредством герцевских волн. Расстояние для телеграфирования при помощи описанных способов ограничивалось бы однако несколькими метрами.



Фиг. 3.

Весьма важный шаг как для изучения электрических колебаний, так и для возможности практических применений электромагнитных волн сделан был открытием Бранли (в 1891 г.).

Бранли нашел, что металлический порошок, нанесенный слоем на изолирующую пластинку или же помещенный в стеклянную трубку между двумя электродами, вообще представляет весьма большое сопротивление электрическому току, но если вблизи такой порошкообразной массы будет произведен разряд электрофорной машины или индукционной спирали, то сопротивление порошка мгновенно и весьма значительно уменьшится. Сопротивление падает с десятков и сотен тысяч омов ниже тысячи и иногда даже до нескольких единиц омов.

Падение сопротивления под действием электромагнитной волны зависит от растояния, на котором произошел разряд. С увеличением расстояния эффект, производимый волною, убывает. Уменьшение сопротивления порошкообразной массы происходит одинаково, будет ли в момент действия волны через порошок циркулировать ток, или он будет прерван. Эффект, производимый волной, бу-

дет больше, если порошкообразная масса находится в соединении с какими-нибудь проводниками, нежели в том случае, если она изолирована. Проводимость порошкообразной массы, полученная под действием электромагнитной волны, сохраняет свою величину, но может быть уничтожена встряхиванием порошка. Новый разряд может опять уменьшить сопротивление и т. д. Сопротивление порошка остается чувствительным к разряду и в том случае, если порошок помещен не в воздухе, а в каком-либо другом изоляторе, например в изолирующем масле и даже в канадском бальзаме и гуттаперче.

Открытие Бранли послужило основанием работ Минчина и Лоджа, которые применили этот способ обнаружения электромагнитной волны для изучения герцевых лучей.

Причину уменьшения сопротивления металлического порошка Бранли видит в том, что в момент разряда все близлежащие, почти не прикасающиеся между собою зерна металла заряжаются как конденсаторы, и благодаря их взаимному притяжению наступает лучшее прикосновение между ними. Действительно, изменение сопротивления от электрического колебания — того же знака и порядка, какое можно получить прессованием порошка.

Лодж причину явления видит в том, что когда к взаимному частичному притяжению между зернами порошка присоединяют еще электрические силы, то наступает «сцепление» (cohesion) между частицами. При значительных по энергии разрядах происходит род электрического сваривания между частицами металла, так что в порошке могут образоваться нити сплошного металла по направлению происходившего разряда.

Чтобы разобрать элементы явления, рассмотрим следующий опыт. Возьмем стальную цепочку и подвесим ее вертикально. Пропустим ток от двух элементов через обыкновенный звонок и через несколько звеньев цепочки. Если взять два, три звена, то звонок будет звонить. постепенно вводя звено за звеном, скоро увидим, что звонок перестанет звонить. Малейшее натяжение цепочки вызовет уменьшение сопротивления, и звонок начнет действовать При освобождении цепочки звон прекращается.

Если вблизи произойдет разряд в каком-нибудь вибраторе, то сопротивление цепочки мгновенно уменьшится, звонок придет в движение, и звон не прекратится, пока не встряхнем цепочки. Увеличение электродвижущей силы батареи при том же числе звеньев цепочки ведет к постоянной проводимости ее.

Меняя число элементов и число звеньев цепочки, легко убедиться, что при известном соотношении между электродвижущей силой батареи и числом звеньев цепочки можно достигнуть значительной чувствительности цепочки к электромагнитной волне. Повторяя многократно опыт, можно заметить постепенное уменьшение чувствительности, как будто одни и те же части поверхности прикосновения теряют свои особые свойства по отношению к разряду, по всей вероятности, вследствие окисления.

Некоторый слой окисла, однако, необходим для успеха опыта: цепочка из свежепротянутой проволоки и свежеприготовленная масса опилок имеют ничтожное сопротивление и не могут служить для подобных опытов. Сильно окисленные поверхности также не годятся, потому что в таком случае только непосредственный разряд через цепочку может восстановить ее проводимость.

Частичное изменение поверхности под действием электромагнитной волны подтверждается и следующим опытом: окислив стальную спицу нагреванием, погрузим конец ее в ртуть — тонкий слой окисла не проводит тока, но электрическое колебание восстановляет металлическое сообщение между ртутью и железом. При этом происходит такое изменение в поверхности железа, что можно вынуть железо из ртути и снова погрузить. Проводимость при этом сохраняется, и только новое нагревание может образовать непроводящий слой.

При некоторой средней степени окисления наблюдается неустойчивость в свойствах порошка: сопротивление под влиянием электрического колебания то уменьшается до малых величин, то увеличивается или уменьшается только на одно мгновение в момент разряда и само собою снова возрастает. Все это легко наблюдать, составив цепь из трубки с порошком, элемента и апериодического гальванометра.

Таким образом, и в явлениях, открытых Бранли, мы имеем средство, аналогично способу Цандера, замыкать ток на расстоянии от вибратора, но при этом можно вызвать эффект при ничтожно малой энергии и на значительных расстояниях.

Этим способом и пользуются при телеграфировании без проводов.

В первый раз телеграфный аппарат при помощи трубки Бранли был приведен в действие Лоджем. Трубка была включена последовательно с электромагнитом телеграфа и батареей. Волна, произведенная разрядом, происшедшим по соседству, замыкала ток, и якорь притягивался, но ненадолго, потому что трубка постоянно встряхивалась особою зацепкой, приделанною на одной из быстро вращающихся осей телеграфного аппарата, выходящей наружу. Эта комбинация описана в специальных журналах несколько лет спустя после ее осуществления (1897 г.).

Для практического осуществления телеграфирования помощью электромагнитных волн необходимы следующие составные части: на станции отправления — источник электромагнитных волн по произволу периодически действующий, чтобы посылать длинные и короткие импульсы, из которых помощью азбуки Морзе можно составить буквы и слова. На станции приема необходимо различить длинные и короткие периоды действия вибратора. Лучше всего принимать их на обыкновенной телеграфной ленте знаками Морзе.

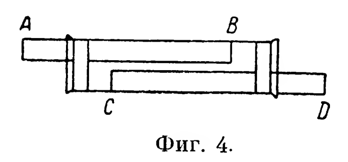
Источником электромагнитных волн, говоря теоретически, может быть любой вибратор, приводимый в действие обыкновенной спиралью Румкорфа с автоматическим прерывателем, причем длинные и короткие периоды действия вибратора могут быть получены помощью обыкновенного телеграфного ключа, введенного в первичную обмотку спирали. Продолжительные и короткие замыкания тока в ней и вызовут ряд быстро следующих друг за другом разрядов в вибраторе в большом и малом числе.

Для того чтобы на станции приема привести в действие телеграфный аппарат, употребляется особая комбинация, впервые установленная мною в моем «приборе для обнаружения и регистрирования электрических колебаний».

Этот прибор мною был описан и демонстрирован в апреле 1895 г. в собрании Физического отделения Русского физико-химического общества; печатное описание его появилось в январской книжке журнала этого Общества за 1896 г.

Занимаясь повторением опытов Бранли и Лоджа (1894—1895 гг.) над отношением металлических порошков к электрическим колебаниям, я убедился, что постоянство чувствительности трубки, описанной в то время Лоджем, очень мало.

Лодж наполнял стеклянную трубку в несколько сантиметров длиною железными опилками, закрыв ее металлическими пробками с концов, пользуясь таким образом довольно длинным столбиком слегка спрессованного порошка. Рыхло лежащий порошок в таких условиях мало чувствителен.



Фиг. 4.

Бранли совсем не упоминает в своих первых статьях о форме своей трубки. Впоследствии же выяснилось, что он демонстрировал открытые им явления, употребляя стеклянную трубку, в которой были введены два металлических стержня, с некоторым трением входящие в трубку, разделенные столбиком металлического порошка, также слегка спрессованного.

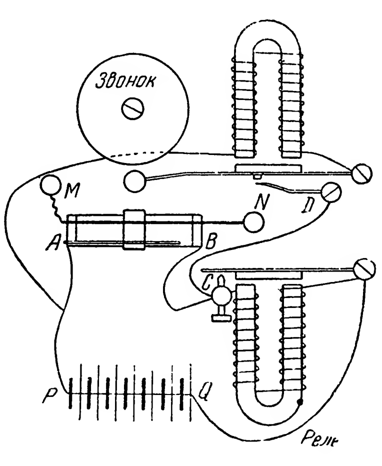
Причина малого постоянства чувствительности лежит, мне кажется, в непостоянстве контакта между электродами и порошком.

Наиболее удачная форма трубки по значительной чувствительности при достаточном постоянстве мною была выполнена следующим образом. Внутри стеклянной трубки на ее стенках приклеены две полоски платины *AB* и *CD* (фиг. 4). Одна полоска выведена на внешнюю поверхность с одного конца трубки, другая с противоположного конца. Полоски своими краями лежат на расстоянии от 0,5 *мм* до 2 *мм* при ширине 5—8 *мм*. Внутренние концы *B* и *C* не доходят до пробок, закрывающих трубку, чтобы порошок, в ней помещенный, набившись под пробку, не мог образовать соединения между пластинками, трудно разрушимого встряхиванием.

Порошок, обыкновенно железный или стальной, лежит в трубке совершенно свободно и спрессовывается только своей тяжестью.

Добившись достаточного постоянства и чувствительности трубки, я поставил себе задачу добиться такой комбинации, чтобы проводимость трубки, полученная вследствие действия на нее электрического колебания, немедленно же уничтожалась автоматически. Такая комбинация дает возможность отмечать отдельные следующие друг за другом разряды колебательного характера.

После некоторых попыток я пришел к следующему решению задачи.



Фиг. 5.

Чувствительная трубка вводится в цепь последовательно с телеграфным реле и батареей (фиг. 5). Таким образом, ток батареи постоянно циркулирует через обмотку реле и трубку *AB*, но вследствие весьма больших сопротивлений порошка сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле. Но как только электрическое колебание достигнет трубки, ее сопротивление уменьшится, сила тока, идущего по обмотке реле, увеличится, и якорь, притянувшись, замкнет контакт реле в точке *C*. В этом контакте замыкается другая цепь, содержащая в себе обыкновенный электрический звонок. Молоточек звонка немедленно придет в движение и своими ударами одновременно встряхнет трубку и произведет звон.

Встряхивание трубки немедленно уничтожит проводимость порошка и прервет цепь реле; якорь реле возвратится на прежнее место и звонок успокоится. Таким образом, прибор будет отмечать коротким замыканием контакта *C* и звонком всякое электрическое колебание, энергия которого достаточна для такого уменьшения сопротивления

трубки, при котором может действовать реле от данной батареи.

Если вызвать ряд непрерывно следующих друг за другом разрядов в вибраторе, то весь ряд явлений в приборе будет повторяться периодически тем чаще, чем быстрее действуют механизмы звонка и реле. Получается ряд отдельных ударов звонка, быстро следующих друг за другом.

Чувствительность прибора зависит от свойств самой трубки, от чувствительности реле и, кроме того, как было мною указано в упомянутой статье, от размера проводников, связанных с трубкой.

Я мог обнаруживать электромагнитные волны на значительном расстоянии от вибратора, присоединяя к электроду трубки *A* или *B* длинный прямолинейный проводник, параллельный линии электрического разряда в вибраторе, т. е. в условиях, наиболее благоприятных для возбуждения в этом проводнике действием электромагнитной волны электрических колебаний.

Для того чтобы зарегистрировать всякое электрическое колебание, достаточно параллельно или последовательно с электромагнитом звонка ввести обмотку электромагнита, приводящего в движение пишущий аппарат.

С лета 1895 г.[1]) мною был установлен такой прибор для записи электрических колебаний, происходящих в атмосфере, на метеорологической обсерватории Лесного института. Запись колебаний ведется на телеграфной ленте помощью обыкновенного пера, употребляемого в регистрирующих приборах Ришара. Лента приводится в движение часовым механизмом.

Изолированная проволока, оканчивающаяся на верху мачты на метеорологической башне Института, проведена в физический кабинет и присоединена к одному из электродов трубки; другой электрод трубки соединен с землею помощью проводника, проведенного к водопроводной сети.

Я остановился на описании этого прибора, потому что все его части целиком входят в приемную станцию беспроводного телеграфа. Только в качестве записывающего аппара-

---

[1]) Установка эта работает до сих пор.

та входит обыкновенный телеграф Морзе, а вместо колебаний, происходящих в атмосфере от разрядов атмосферного электричества, возбуждаются колебания искусственно помощью вибраторов. Эти колебания, достигая проводника, соединенного с трубкой, при посредстве ее приводят в действие телеграфный аппарат. Ряд быстро следующих разрядов может дать ряд близко поставленных и даже, вследствие инерции пишущей части аппарата, ряд сливающихся точек или черту на телеграфной ленте. Кратковременное действие вибратора даст на ленте точку.

Моя статья, упомянутая выше, помеченная декабрем 1895 г., оканчивается следующими строками:

«*В заключение я могу выразить надежду, что мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточною энергией*».

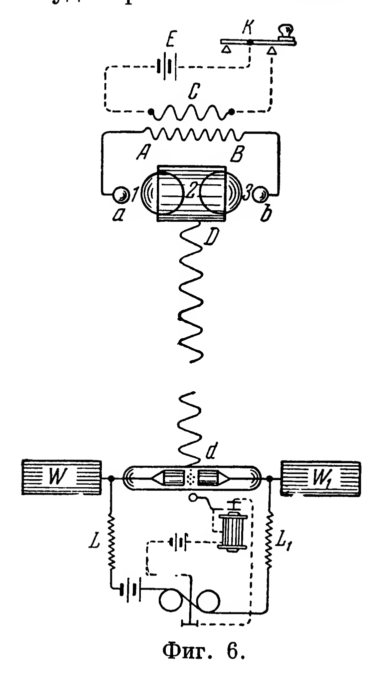
Осуществление этой надежды не заставило себя долго ждать. В течение 1896 г. я занимался с изобретенным мной прибором и весной снова демонстрировал его в заседании Русского физико-химического общества в приложении к воспроизведению опыта Герца с электрическими лучами.

Лето 1896 г. я провел на Нижегородской выставке, где в числе метеорологических приборов был также мой прибор, названный грозоотметчиком. В этом году появилось первое известие об опытах Маркони в Англии. Сущность опытов держалась в строжайшей тайне, и все сведения, которые могли получить в течение всей зимы и весны 1897 г. специальные журналы об этих опытах, ограничивались тем, что открыт новый способ (new way) для обнаружения и для возбуждения электромагнитных волн, и что можно послать помощью их длинные и короткие сигналы на значительное расстояние.

По поводу газетных известий об этом я напечатал в октябре статью в кронштадтской газете «Котлин» [54], указав на свой прибор, как решающий эту задачу и отмечающий приближение грозы за 20—30 верст.

В марте этого года мною была прочитана в Кронштадтском морском собрании лекция «О возможности телегра-

фирования без проводников», в которой демонстрировался мой прибор в связи с телеграфом Морзе. Для возбуждения колебаний был употреблен вибратор Герца с шарами в 30 сантиметров диаметром. Вибратор помещался на входной лестнице Собрания, а телеграфный аппарат помещался в аудитории и был снабжен вертикальным приемным проводником, поднятым на флагштоке около двух саженей высотой.



Фиг. 6.

В апреле этого года мною производились опыты между военными судами в Кронштадтской гавани и подготовлялись приборы для опытов, предположенных к испытанию в течение лета на Минном отряде. В июне появились описания приборов Маркони, после того как он добился выдачи привилегии в Англии и некоторых других странах. Приборы, служившие в опытах Маркони и давшие возможность телеграфирования (в то время) на расстоянии до 12 километров, состояли из тех же составных частей, как и описанный мною прибор.

Прилагаемая схема взята из первых описаний прибора Маркони (фиг. 6). Источником колебаний служит вибратор итальянского профессора Риги. Этот вибратор состоит из четырех изолированных друг от друга шаров. При разряде индукционной спирали искра получается в трех перерывах, означенных цифрами *1*, *2*, *3*. Между средними шарами искра получалась в масле, налитом в особую оправу, в которой были укреплены шары. Искры *1* и *3* образовались в воздухе. Такой вибратор был построен Риги для получения электромагнитных волн малой длины (длина волны не превосходит внешних размеров вибрато-

ра). На станции отправления была, кроме того, мачта, на которой поднимался изолированный проводник, связанный с одним из крайних шаров, тогда как другой крайний шар соединялся с землей.

Колебания, возбужденные в вибраторе, распространялись по присоединенной к нему проволоке, а из нее в окружающее пространство.

На станции приема был также вертикальный изолированный проводник, присоединенный к электроду трубки: другой конец трубки был соединен с землей.

Употребление мачты на станции отправления и на станции приема для передачи сигналов помощью электрических колебаний не было, впрочем, новостью: в 1893 г. в Америке была сделана подобная попытка передачи сигналов известным электротехником Николаем Тесла [55].

На станции отправления на высокой мачте был поднят изолированный проводник, снабженный на верхнем конце некоторою емкостью в виде металлического листа: нижний конец этой проволоки соединялся с полюсом трансформатора Тесла высокого напряжения и большой частоты. Другой полюс трансформатора был соединен с землей. Разряды трансформатора были слышны на станции приема в телефоне, соединенном с высоко поднятым проводом и землей.

В первых опытах Маркони на верхних концах изолированного провода помещались металлические листы или цилиндры. Трубка *d* была включена в цепь батареи и телеграфного реле. Это реле при действии волны на трубку замыкало контакт другой батареи и приводило в действие электромагнитный молоточек, назначенный для автоматического встряхивания трубки и разрушения проводимости порошка. К трубке, кроме того, присоединялись листы W, W_1 для того, чтобы они резонировали с шарами станции отправления и усиливали эффект действия электрического колебания на трубку.

Трубка, употребляемая Маркони, имеет форму, ближе подходящую к трубке Бранли. Она отличается своей миниатюрностью. На фигуре она изображена почти в натуральную величину. Электроды ее — серебряные цилиндрики диаметром около 4 *мм* — расположены друг от друга

на расстоянии, меньшем миллиметра. Порошок, состоящий из смеси никеля и 4% серебра, содержит еще следы ртути. Трубка запаяна, и воздух из нее выкачан. Телеграфный аппарат не указан на фигуре. Он соединяется параллельно или последовательно с электромагнитом сотрясателя. На фигуре 6 есть еще части, помеченные L_1, L_2. Назначение их будет понятно из дальнейшего изложения. При размыкании всякой цепи в перерыве образуется искра, и получаются быстрые электрические колебания. Как было показано мною в выше цитированной статье, эти колебания могут действовать на трубку.

Искра особенно увеличивается, если размыкаемая цепь содержит электромагнит. Для того чтобы ослабить искру, нужно дать выход экстратоку размыкания. Для этой цели существуют следующие общепринятые средства: можно присоединить параллельно электромагниту или у перерыва конденсатор, как это делается в спирали Румкорфа, можно вместо конденсатора взять вольтметр, т. е. два электрода проводящей жидкости, или, наконец, просто проволоку большого сопротивления без самоиндукции.

Маркони в своих приборах ввел параллельно всем имеющимся электромагнитам сопротивления без самоиндукции (на фигурах они не помещены). Вследствие этого электрические колебания, достигающие трубки из приемного провода, могут избрать путь наименьшего сопротивления через ветвь без самоиндукции в землю, помимо трубки. Маркони поэтому вынужден был поставить им на этом пути препятствие в виде незначительной самоиндукции.

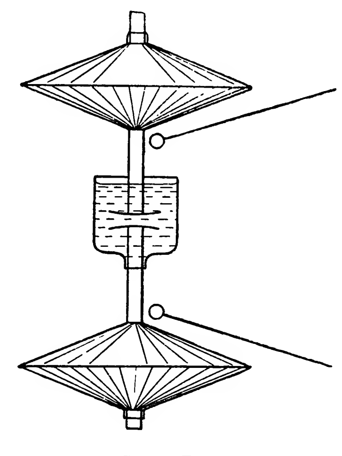
Под буквами L и L_1 подразумеваются катушки тонкой проволоки, в один слой намотанной на железный прут диаметром 5—6 миллиметров.

Электрические колебания, обладая свойствами переменного тока, с трудом проходят по проводнику с самоиндукцией. По свидетельству Маркони, без этих самоиндукций расстояние телеграфирования уменьшается примерно вдвое.

Наличность этих самоиндукций, однако, необходима только в присутствии ветви без самоиндукции, параллельной обмотке реле, что в свою очередь необходимо только при употреблении обыкновенных реле, обладающих весьма большой самоиндукцией.

Подготовленные мною опыты были произведены на Минном отряде ассистентом Минного офицерского класса Петром Николаевичем Рыбкиным.

Употребленный мною вибратор изображен на фиг. 7. Он помещался на возвышенном месте, на судне или на открытом месте, на берегу. На станции приема трубка соединялась с вертикальным проводом, поднимаемым на судовой мачте, и с землей (с корпусом судна).



Фиг. 7.

Вместо телеграфного реле употреблялся чувствительный вольтметр с подвижною рамкой (Карпантье), иногда просто вместо гальваноскопа, иногда в роли реле. В чувствительной трубке употреблялся стальной раздробленный бисер. Опыты этого лета (1897 г.) имели целью главным образом выяснить пределы возможного для сигнализации расстояния.

Достигнутые результаты показали возможность передачи сигналов до 5 верст расстояния без специальных мачт. Употребление судовых мачт, снабженных громоотводами по всей их длине и укрепленных металлическими канатами, отражается неблагоприятно на электромагнитной волне.

Колебания, образующиеся во всех проводниках, соседних с приемным проводом, ослабляют волну, и энергия электромагнитной волны рассеивается как на станции приема, так отчасти и на станции отправления.

В течение этого лета мы не употребляли проводников, соединенных с вибратором на станции отправления, хотя мне были известны опыты Тесла, и в саду Минного класса я употреблял уже и ранее с некоторыми вибраторами вертикальный проводник на станции отправления.

Первые опыты Маркони были произведены на средства английского почтово-телеграфного ведомства при непо-

средственном участии его специалистов, но по получении привилегии в Англии образовалась «компания беспроволочного телеграфа» (Wireless Telegraphy Company), приобретшая патент Маркони, и дальнейшая разработка этого дела была поставлена на коммерческую ногу.

В течение зимы 1897—1898 г. не было сделано чего-нибудь существенного в этом деле.

Но как только была опубликована привилегия Маркони, многие занялись опытами телеграфирования помощью электромагнитных волн. В Германии проф. Слаби, занимавшийся и ранее этим вопросом, воспроизвел (осенью 1897 г.) опыты телеграфирования без проводов и получил с своими приборами, частью лабораторного приготовления, хорошие результаты. Он употреблял в качестве реле, как и мы, гальванометр с подвижною обмоткой, но более чувствительный. Его трубка содержала чистый никель. Он устранил в своем приборе все ветви без самоиндукции, введя вместо того ветвь, параллельную перерыву в контакте реле. В этом месте ток не прерывался, а только вводилось большое сопротивление, через которое не могли работать молоточек и телеграф, соединенные параллельно. В некоторых опытах проф. Слаби поднимал изолированный проводник помощью воздушного шара и получил возможность передавать депеши на расстояние до 18 километров.

В специальных английских журналах появились статьи о первенстве в изобретении беспроволочного телеграфа, вызванные главным образом формулировкой привилегии Маркони, в которой он много общеизвестных фактов приписывал себе, игнорируя работы и имена известных ученых, в особенности О. Лоджа, после Герца более других потрудившегося для изучения электрических колебаний, и Э. Бранли, открытием которого он воспользовался.

Был ли мой прибор известен Маркони или нет, что, пожалуй, вероятнее, но во всяком случае *моя комбинация реле трубки и электромагнитного молоточка послужила основой первой привилегии Маркони, как новая комбинация уже известных приборов*. Не подлежит сомнению, что первые практические результаты по телеграфированию на

значительных расстояниях были достигнуты Маркони прежде других.

Во Франции мой прибор был описан в некоторых журналах, и при появлении описаний приборов Маркони указано было сходство его приемной станции с моим прибором.

В докладе Е. Дюкрете во Французском Физическом обществе было выяснено, что все составные элементы приемной и отправительной станций телеграфирования без проводников были уже налицо ко времени взятия патента Маркони.

Г. Дюкрете занялся разработкой приборов телеграфирования и конструировал полную станцию, пользуясь данными моей статьи, и сделал некоторое усовершенствование в устройстве трубки Бранли. Трубка Дюкрете сделана из слоновой кости. Электроды ее, два стержня из никеля, плотно входят в трубку. Расстояние между ними может изменяться по произволу и может быть регулируемо микрометрически винтом, нарезанным на одном из стержней.

Вопросы о приоритете на новые изобретения в настоящее время часто весьма трудно разрешимы вследствие того, что многие лица занимаются одним и тем же предметом, и могут решаться только чисто формальным образом, по времени печатного опубликования работ.

Имея одинаковые приборы для телеграфирования без проводников с прибором Маркони, трудно и в дальнейшем разойтись с ним существенно. Так, в течение лета 1898 г. на Минном отряде продолжались опыты, подготовленные в течение весны этого года. Вибратор на станции отправления соединялся с сетью изолированных проводников, натянутых на мачтах и реях судна в том расчете, что колебания, полученные в вибраторе, как показал еще Герц, распространяются по проволокам, связанным с вибратором, и таким образом увеличивается тело, испускающее колебания.

Те же проводники на станции приема служили проводниками, принимающими волну, и были тогда связаны с электродом трубки.

На двух судах были установлены приборы для телеграфирования; при этом на одной из станций разбился сосуд

с маслом в вибраторе (фиг. 7), однако действие приборов не ухудшилось. Это привело к мысли о бесполезности масла.

Сравнивая между собою вибраторы различных размеров и форм, мы пришли к заключению, что в присутствии сети и соединения с землей одного из электродов вибратора можно работать с самым малым вибратором Герца, т. е. производить разряд между двумя маленькими цилиндриками, оканчивающимися сферическими основаниями.

В Англии в опытах военного ведомства, уменьшая размеры вибратора Риги, введенного Маркони (шары в 20 сантиметров диаметром), пришли к употреблению обыкновенного разрядника с шариками около 2—3 сантиметров диаметром. Маркони также принял этот разрядник и уничтожил масло. Опыты Маркони продолжались, и приборы разнообразились. Были испытаны различные сети проводников на станции приема и на станции отправления. Был период времени, когда Маркони приписывал большое значение форме поднимаемых проводников, но потом постепенно все ухищрения были оставлены, и источник электрических колебаний был упрощен до одиночного проводника, поднятого по возможности выше и связанного с одним из шариков обыкновенного разрядника; другой шарик разрядника соединяется в землей.

Существенными оказались только следующие обстоятельства: высота изолированного проводника, служащего источником колебаний на станции отправления, и приемного проводника на станции приема, возможная тождественность обоих проводников, что, вероятно, важно для резонанса, и хорошее соединение с землей на обеих станциях. Высота поднятия проводников доходила до 200 метров и расстояние между станциями до 54 километров.

Таким образом, на станции отправления уже нет специального «вибратора», и электрические колебания образуются в самой проволоке в момент разряда, причем в образовании явления первостепенное участие принадлежит земле. Если присоединить к разряднику только воздушный провод, не соединяя другого шарика разрядника с землей, то присутствие провода почти ничем не скажется, получится такой же разряд, какой дает сама спираль. Но присоединяя землю, мы тотчас увидим существенное изме-

нение в характере разряда. Разряд приобретает такой же вид, какой можно получить, присоединяя к разряднику лейденскую банку обеими обкладками. Присоединение одной только обкладки конденсатора будет отвечать первому случаю, т. е. соединению только изолированного провода.

Таким образом, вертикальный провод и земля образуют собою род конденсатора, колебательный разряд которого и служит источником электромагнитных волн в окружающей среде.

Что касается характера возмущений, произведенных таким электрическим колебанием, то можно ожидать, что они сохранят отчасти вид волн, возбужденных герцевым вибратором с вертикальною осью. Несомненно, к этим возмущениям присоединяются еще возмущения, идущие по поверхности земли, так сказать, волны на поверхности уровня электростатического потенциала земли, о чем свидетельствует необходимость соединения через трубку с землей приемного провода на станции, и ослабляющее действие сравнительно низких предметов, встречающихся на пути колебаний, например леса и мелких судов с металлической оснасткой.

Самый механизм возбуждения колебания в прямолинейной вертикальной проволоке можно с большим вероятием уподобить явлениям, происходящим в обыкновенной закрытой органной трубе. Таким образом, возможная длина волны, возбужденной вертикальною проволокой, может равняться четверной длине самого провода или вообще должна удовлетворять равенству

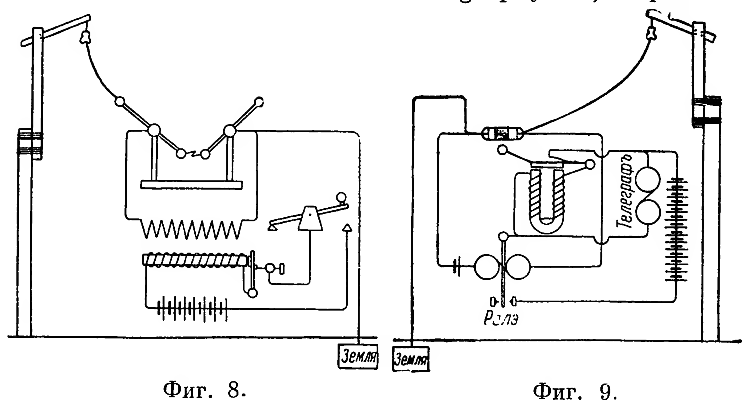
$$L = (2n - 1)\frac{\lambda}{4},$$

где L — длина провода, λ — длина волны, а n — произвольное целое число.

Прилагаемые схемы (фиг. 8 и 9) представляют соединения приборов на станции отправления и на станции приема.

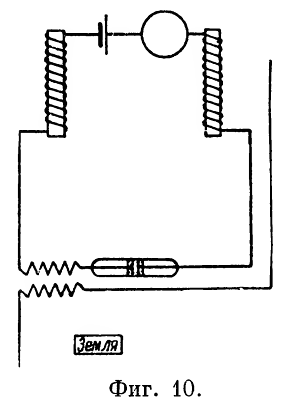
Весною этого года компания Маркони установила сообщение помощью усовершенствованных приборов через Ламанш на расстоянии 45 километров при высоте мачты

в 50 метров. Этот успех, как позднее было опубликовано, был достигнут изменением в соединении приборов (патент в Англии на имя Wireless Telegraphy C°). Приемный



Фиг. 8. Фиг. 9.

изолированный провод идет прямо в землю через первичную обмотку маленького трансформатора без железа (Тесла), трубка же включена во вторую обмотку (фиг. 10).



Фиг. 10.

Возбуждение трубки вторичным индуктированным колебанием было введено еще прежде Лоджем в его опытах 1898 г., а употребление на станции приема трансформатора Тесла — американцем Фесенденом [[56]].

Компания Маркони в настоящее время установила много станций на английском берегу Ламанша для опытов.

В описаниях этих опытов неоднократно упоминалось о том, что есть возможность с данной станции по произволу направлять депешу на любую из соседних станций. Можно также четырем станциям, находящимся в общей сфере действия, переговариваться между собой попарно, не мешая друг другу. Однако эту задачу нельзя считать окончатель-

но решенной, но есть надежда, что, настраивая источник и приемник электрических колебаний в унисон, благодаря явлениям резонанса на большом расстоянии можно вызвать действие только одного приемного аппарата, если предварительно все приемные приборы будут настроены различно.

В течение минувшего лета в опытах, произведенных нами, наряду с обыкновенным способом приема депеш телеграфом Морзе был испытан еще другой, основанный на особом отношении чувствительной трубки к слабым электрическим колебаниям.

В одном из опытов между островами, окружающими Кронштадт, произведенных моими постоянными сотрудниками по телеграфированию без проводов — ассистентом Минного офицерского класса Петром Николаевичем Рыбкиным и заведующим Кронштадтским крепостным телеграфом капитаном Троицким,— оказалось, что снаряженные для опыта приборы не действовали. Не будучи уверенным в полной исправности реле, они попробовали включить в цепь трубки вместо реле обыкновенный телефон, чтобы на слух узнать о замыкании цепи, и тотчас услышали, что каждый разряд на станции отправления вызывает слабый треск в телефоне; легко можно было принять на слух самую депешу.

Таким образом оказалось, что трубка под действием слабого импульса временно, только в момент самого колебания, становится проводящей, но проводимость ее не сохраняется.

Дальнейшее изучение явления показало, что при сильных импульсах сопротивление трубки значительно меняется и сохраняет свою величину малого сопротивления, но при слабых импульсах стрелка чувствительного гальваноскопа, введенного в цепь трубки, чуть-чуть колеблется, но не меняет своего положения; при этом существует некоторая весьма малая проводимость трубки. Сопротивление ее —1000 —10 000 омов. Испытания, произведенные нами, показали, что при помощи телефона можно принимать депеши на расстояниях, значительно больших, нежели при помощи реле и телеграфа при той же высоте мачт.

Особенно удобно принимать депеши на слух, если на станции отправления спираль приводится в действие

электролитическим прерывателем Венельта. Вообще же в телефон отчетливо слышно, с какой частотой работает прерыватель на отправительной станции. Таким образом, можно отличать отправительные станции друг от друга, если их прерыватели работают с различною скоростью.

Наибольшее расстояние, на котором нам случалось работать с телефоном, было около 35 верст, причем на станции отправления (на миноносце) для подъема проводника длиною 50 сажен употреблялся змей. На станции приема, на берегу, проводник был поднят на мачту 8—9 сажен высотою. С телеграфным прибором (приборы были изготовлены Дюкрете в Париже) мы достигали при аналогичных, но не тождественных условиях расстояний до 25 верст.

Приемная станция с телефоном, состоящая из одного элемента, телефона и трубки, настолько компактна и легка, что позволяет надеяться на употребление ее в качестве переносного прибора. Большая чувствительность этого способа позволяет употреблять малые размеры спирали для малых расстояний.

Такая комбинация была, между прочим, испытана нами минувшим летом для переговоров между привязным воздушным шаром и землей. На земле приемный проводник поднимался на небольшую мачту и употреблялось обычное соединение с землей, а с шара проводник спускался книзу; роль земли на шаре играли алюминиевые листы, укрепленные вокруг корзины несколькими проволоками, натянутыми на оснастку шара для увеличения емкости[1]).

Опыты Маркони в Англии осенью этого года дали в одном исключительно счастливом случае расстояние, дости-

---

[1]) В период деятельности съезда явилась необходимость установить сообщение помощью беспроволочного телеграфа между островом Гогландом и северным берегом Финского залива, что и было выполнено к концу января 1900 г. Так как опыт показал, что телефонный приемник депеш достаточно надежен, то вследствие простоты приборов его должны были предпочесть сравнительно деликатным приборам беспроволочного телеграфа, имеющимся в нашем распоряжении. Одна из станций была помещена на острове Гогланде, близ потерпевшего аварию «Генерал-адмирал граф Апраксин», другая на расстоянии 43 километров, на острове Кутсало вблизи г. Котки, имеющего телеграфную и железнодорожную станции.

Телеграф работал с 28 января до снятия броненосца с мели, 12 апреля на Гогланде, а затем в Аспэ на «Апраксине». На станциях

гающее до 150 километров между прибрежными береговыми станциями.

Важное значение беспроволочного телеграфа на море, в виду того что ни туман, ни бури не мешают распространению электромагнитных волн, заставляет почти все правительства интересоваться этим новым применением электричества.

В настоящее время всюду производятся подобные опыты. Дружная работа многих лиц и значительные материальные средства, затрачиваемые на это дело, надо надеяться, скоро дадут хорошие результаты для более широкого применения нового способа телеграфирования и, может быть, поведут еще к новым научным открытиям в этой новой области учения об электричестве.

12

О НЕПОСРЕДСТВЕННОМ ПРИМЕНЕНИИ ТЕЛЕФОНА ДЛЯ ПРИЕМА СИГНАЛОВ БЕСПРОВОЛОЧНОГО ТЕЛЕГРАФА

Статья Е. Дюкрете и А. С. Попова в журнале «L'Eclairage électrique», т. XXIII, стр. 108, 1900 г. [58].

По поводу заметки г. Тома Томасина [59], доложенной на заседании 2 апреля[1]), гг. Дюкрете и Попов возбуждают рекламацию приоритета, в которой утверждают, что

работали нижние чины Кронштадтского крепостного телеграфа и Кронштадтского Морского штаба. Уход за аккумуляторами и индукционными катушками, употреблявшимися на станциях, был на обязанности минных унтер-офицеров. Общее же заведывание станциями было поручено минным офицерам.

В течение периода деятельности станции (84 рабочих дня) было передано с острова Гогланда в Котку 211 официальных депеш в 3463 слова; принято из С.-Петербурга через Котку 229 депеш в 2840 слов [57].

Число принимаемых за день депеш достигло 10; максимальное число слов в принятых депешах — 56. Максимальное число отправленных депеш в день — 9, максимальное число слов — 109.

Два дня совершенно нельзя было работать от действия атмосферного электричества и три дня были действия затруднительны. Эти случаи совпадали с метелями при низкой температуре.

[1]) L'Eclairage électrique, т. XXIII, стр. 79, 14 апреля.

устройство, предложенное г. Томасина, описано в патенте, который они получили во Франции сего 22 января.

Добавим, что мы получили от г. Томасина письмо, в котором сообщается, что устройство, которое он описал, запатентовано г. Полем Галопэном из Женевы 17 января и позднее 21 сего февраля.

Устройство, описанное г. Томасина (из Женевы), позволяющее обойтись без реле и автоматического встряхивателя с заменой их непосредственно телефоном, воспринимающим герцевые сигналы, и являющееся результатом применения радиокондуктора с угольным порошком, применяемым обычно в микротелефонных аппаратах, *полностью описано* в патенте, полученном одним из нас в России, а позже во Франции 22 января сего года.

Практические выводы, изложенные в этих патентах, *подтверждены опытом*: г. А. Попов со своими *радиотелефонными аппаратами* смог получить регулярную связь без проводов между берегом и *военными кораблями на расстоянии в 36 км*, и в *феврале с. г.* связать между собою острова *Финского залива*, причем между крайними точками этой линии беспроволочного телеграфа, отстоящими на 50 *км*, лежат острова; более того, одна из станций отстоит на 3 *км* от берега и расположена среди леса [60]. Поэтому эти опыты особенно интересны в виду успеха такой беспроволочной передачи, регулярной и официальной. Е. В. Император России соизволил выразить свою высокую милость, поощрив г. Попова официальным указом [1]). Поэтому эти опыты, таким образом выполненные, *не суть уже лабораторные эксперименты, они являются практическим применением.*

На одном из ближайших заседаний мы сможем продемонстрировать Академии наук один из приборов *Попова — Дюкрете* [62]: они обладают способностью *указывать, какая из станций передала данную депешу*; это достигается *определением характера звука в телефоне*; он меняется в соответствии с примененным в передатчике прерывателем и установленным ритмом его (частотой прерываний).

---

[1]) См. текст и примеч. на стр. 42. (*Ред.*).

13

ПИСЬМО А. С. ПОПОВА АДМИРАЛУ С. О. МАКАРОВУ

21 апреля 1900 г. [[61]].

15 (28) января при отправлении из Ревеля на Гогланд партии для устройства беспроволочного телеграфа было решено, что станция Кутсало будет отправлять каждый час депеши в несколько слов, а на Гогланде будут только принимать депеши с помощью змея, чтобы выбрать место, и уже тогда всю энергию направить на устройство станции [[62]].

К 18 января под руководством лейтенанта Реммерта была закончена установка мачты и устройство станции на финляндском берегу. Я прибыл к этому времени в Кутсало, и с этого дня начали в условленные моменты работать отправительные приборы станции. Накануне прибыли в Котку с большими затруднениями в пути три офицера с броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» и сообщили, что мачта на Гогланде не может быть готова ранее, как через неделю. 18 числа многократно была послана депеша о благополучном прибытии офицеров в Котку, и следующие дни станция продолжала посылать сигналы и ничего незначащие депеши. По условию, партия Гогланда должна была по получении первой депеши посылать по вечерам оптические сигналы прожектором и фонарями Миклашевского..., но никаких сигналов в Котке усмотрено не было.

Я уехал в Кронштадт и снова вернулся в Котку 24-го, прямо на станцию безпроволочного телеграфа. При входе мне сообщили радостную весть, что сейчас только в первый раз услышали работу станции Гогланд. Я сейчас же сел к приемному телефону, но вследствие весьма понятного волнения не мог разобрать депеши, и ответил: «слышу, но не разбираю, телеграфируйте медленнее». С Гогланда последовал ответ сильно замедленным темпом. Убедившись, что на Гогланде меня понимают, я приказал передавать имевшуюся у меня депешу Его превосходительства начальника Главного морского штаба на имя командира ледокола «Ермак». «Около Лавенсаари оторвало льдину

с рыбаками, окажите помощь», а затем и другие телеграммы, накопившиеся к этому дню в Котке для передачи на Гогланд. Промежутки, оставшиеся между отправлениями, были употреблены на регулирование приборов и практику в приеме. На следующий день, 25 января, начался обмен депеш в обе стороны, а 26 числа на Гогланде станция работала уже настолько отчетливо, что устроители ее — капитан второго ранга Залевский и ассистент Минного офицерского класса П. Н. Рыбкин — передали станцию нижним чинам — телеграфистам и возвратились на «Ермаке» в Ревель.

По возвращении в Петербург я узнал, что наша первая депеша о благополучном возвращении офицеров «Генерал-адмирала Апраксина» была принята помощью змея, пущенного с палубы «Ермака», но посылавшиеся оптические сигналы не достигали Котки. Первая официальная депеша содержала приказание «Ермаку» идти для спасения рыбаков, унесенных в море на льдине, и несколько жизней было спасено благодаря «Ермаку» и беспроволочному телеграфу. Такой случай был большой наградой за труды, и впечатление этих дней, вероятно, никогда не забудется.

А. Попов

14

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕФОННОГО ПРИЕМНИКА В ТЕЛЕГРАФИИ БЕЗ ПРОВОДОВ

Доклад А. С. Попова, читанный М. А. Шателеном на заседании Международного электрического конгресса в Париже 8 (21) августа 1900 г. [63].

В мае 1899 г. во время опытов по телеграфированию без проводов, которые я производил на двух островах близ Кронштадта со своими двумя сотрудниками — г. Рыбкиным, препаратором офицерской Минной школы в Кронштадте, и г. Троицким, капитаном инженерной службы [64], — сигналы иногда переставали доходить до приемной установки; желая проверить этот прибор, чтобы убедиться в наличии приема, я включил телефон непосредственно в

контур из радиокондуктора (когерера) и сухой батареи; к большому нашему удивлению, сигналы, посылаемые тем же передатчиком, были отлично слышны в телефон[1]). Опыты эти, повторенные в следующие дни, показали, что эти результаты могли быть получены только при излучении слабой мощности.

Пытаясь телеграфировать со стоящего на якоре корабля на другой корабль, который удалялся с постоянной скоростью, я много раз мог наблюдать следующее явление: если, оставаясь на борту стоящего корабля, принимать с помощью радиокондуктора, включенного в цепь сухой батареи и миллиамперметра, сигналы, посылаемые уходящим кораблем, то можно заметить, что, пока дистанции между кораблями остаются малыми, сопротивление радиокондуктора под действием излучения становится меньшим 10 омов, затем, с увеличением расстояния между кораблями, изменение сопротивления уже не регулярно и, наконец, начиная с некоторого расстояния, сопротивление достигает величины от 1000 до 2000 омов.

Если расстояние между обоими кораблями увеличивается далее, сопротивление радиокондуктора достигает 10 000 омов.

Когда сопротивление равно примерно 2000 омов, можно заметить, если не производить легких ударов по радиокондуктору (когереру), что стрелки миллиамперметра под действием излучения слегка отклоняются в обе стороны. Последующие опыты показали нам, что именно это действие излучения (радиации) дает возможность непосредственно использовать телефоны для телеграфии без проводов.

Для передачи на большие расстояния я употребляю «радиокондуктор», состоящий из стеклянной трубки, внутри которой приклеены две ленточки из платины, на которых находятся крупинки стали, обладающие

---

[1]) Включение телефона было осуществлено П. Н. Рыбкиным и Д. С. Троицким, на что указывает А. С. Попов в документе 10 от 14 июля 1899 г. (стр. 122 наст. сборника). П. Н. Рыбкин и Д. С. Троицкий работали под руководством А. С. Попова и действовали по его подробным инструкциям. См. П. Н. Рыбкин, Десять лет с изобретателем радио, М., 1945 (*Ред.*).

многочисленными участками с окисленной поверхностью. Трубка, хорошо просушенная, закрывается герметически.

Сравнительные опыты показали мне, что эту модель радиокондуктора нужно предпочесть многим другим. Явление можно наблюдать с радиокондукторами многих других систем, но в более ограниченных пределах.

В связи с действием электрических волн сопротивление радиокондуктора то увеличивается, то уменьшается; между подвижными контактами радиокондуктора во время этих последовательных воздействий должно происходить то сплавление, то окисление.

Английский журнал «The Electrician» опубликовал статью Юза, изобретателя микрофона, в которой этот ученый, вспоминая свои опыты с индукционным балансным мостиком, говорит, что он мог наблюдать воздействие прерывистых токов на микрофон и что он считал, что этот аппарат находился под влиянием электромагнитных возмущений. В этой же статье Юз добавляет: «микрофон в соединении с телефоном может обнаружить электромагнитную радиацию», но, по его мнению, металлические контакты не пригодны для этого.

Я испытал много систем микрофонов и пришел к заключению, что микрофон может служить в качестве приемника только для мощной радиации.

Так как мой радиотелефонный приемник может обнаруживать лишь слабую радиацию, это свойство угольного радиокондуктора Юза весьма полезно при определенных обстоятельствах.

Я показал с той же целью, что можно комбинировать микрофонный уголь с разными металлами. Простые электроды из металла или графита (charbon dur) с металлическими стержнями, иголками и т. д. позволяют воспроизвести это интересное явление. В июле 1899 г. (русский патент) [65] я указал на практическое использование этого явления для телеграфии без проводов. Приемник содержал тогда батарею, соединенную последовательно с радиокондуктором и телефоном. Атмосферные и земные воздействия могут быть уменьшены и даже устра-

нены способами, применяемыми в телеграфии и телефонии.

Это новое применение радиокондуктора Бранли типа Попова интересно простотой своей системы: реле установок Попов — Дюкрете устраняются.

В течение зимы 1899 г. из-за аварии, случившейся с одним из наших броненосцев «Генерал-адмирал Апраксин», этот корабль должен был провести зиму на камнях у берегов острова Гогланд в Финском заливе. Так как в это время года нельзя было установить никакого сообщения между островом, континентом и ледоколом «Ермак», крайне необходимого для работ по спасению броненосца, пришлось быстро установить связь при помощи телеграфа без проводов между этими двумя пунктами. Эта работа была доверена мне. Два отряда были сформированы для установки аппаратуры на острове Гогланде и на маленьком острове в окрестностях г. Котка. На острове Котка установка была окончена 20 января. Отряд на Гогланде после больших трудностей закончил свою установку к 28 января. Первые опыты были произведены со змеем, чтобы определить хорошее положение мачты. Как только мачты были установлены, в моем присутствии были отправлены телеграммы, отлично принятые и затем препровожденные в Морской генеральный штаб. Когда около Лавенсаари оторвалась льдина с рыбаками, телеграмма, подписанная адмиралом Авеланом, была отправлена ледоколу «Ермак» в течение нескольких минут. Телеграмма была понята в точности, и ледокол тотчас же оказал помощь и спас 27 рыбаков, унесенных в открытое море на льдине. Это непосредственное применение приборов для телеграфирования без проводов произвело сенсацию.

Установленные таким образом станции были оставлены на попечение персонала, состоящего из двух телеграфистов и унтер-офицера — электротехника, для обслуживания индукционной катушки передатчика и его аккумуляторов. Обе станции были снабжены катушками Румкорфа переносного типа фирмы Дюкрете, этого талантливого конструктора, дающими мощные искры до 35 *см* длиною. Высота мачт была 48 *м* как на Гогланде, так и на Котке.

В Котке мачта находилась в середине леса, длиной до 5 *км* в направлении на Гогланд.

Передачи регулярно продолжались с февраля по апрель в течение работ по спасению броненосца, в то же время одна станция была установлена на его борту.

В продолжение 84 дней был произведен обмен 440 официальными телеграммами в определенные часы. Наиболее длинная депеша была в 108 слов, та самая, которая была передана газетам с объявлением новости, что броненосец спасен.

В течение двух дней функционирование связи было нарушено из-за бури. Оно затем тотчас же возобновилось. Снег шел так густо, что нельзя было разглядеть предмета с расстояния в 2 метра, но он не мешал регулярному функционированию приборов. Можно даже сказать, что это состояние погоды улучшало слышимость, так как атмосферные разряды меньше сказывались.

Я полагаю, что эта служба была первой, в которой телеграфия без проводов могла, таким образом, послужить регулярно и с успехом; это доказало, что телеграфия без проводов смогла быть практически использована между этими островами, до тех пор лишенными всякого телеграфного сообщения между собой. Расстояние между Коткой и Гогландом 47 *км*. Трудности при установке станций были очень велики, но они могут быть поняты лишь теми, кто имел случай посетить эти местности зимой; можно составить себе надлежащее представление об этом, если знать, что температура там не поднимается выше —12° и падает до —20° и ниже.

Несмотря на это, беспроволочный телеграф мог быть установлен в короткий срок и действовать регулярно.

В заключение я выражаю признательность г. Дюкрете, который великолепно сконструировал все аппараты, служившие для этих передач; аппараты, которые он создал (аппарат Попов — Дюкрете), найдут успешное применение для вызовов и записи сигналов в приемнике Морзе. Радиотелефонные аппараты благодаря их простоте окажутся очень полезными; они получат развитие, которое они заслуживают.

15

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕФОННОГО ПРИЕМНИКА К ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЮ БЕЗ ПРОВОДОВ

Заметка А. С. Попова и Е. Дюкрете в «Comptes Rendus», 1900 г. т. CXXXI, стр. 1297—1298, представленная А. Корню [66].

В мае 1899 г. Попов, при своих опытах беспроволочного телеграфирования на дальние расстояния, заметил, что можно непосредственно ввести телефон прямо в цепь радио проводника и батареи, и принимать таким образом герцевские сигналы, возбужденные на больших расстояниях.

В июле 1899 г. Попов ввел в практику свой новый радиотелефонный метод, значение которого вполне реально, ибо он устраняет реле и молоточек или автоматический декогерер из приемников, обычно применяемых в беспроволочной телеграфии, и позволяет принимать сигналы на более значительных расстояниях.

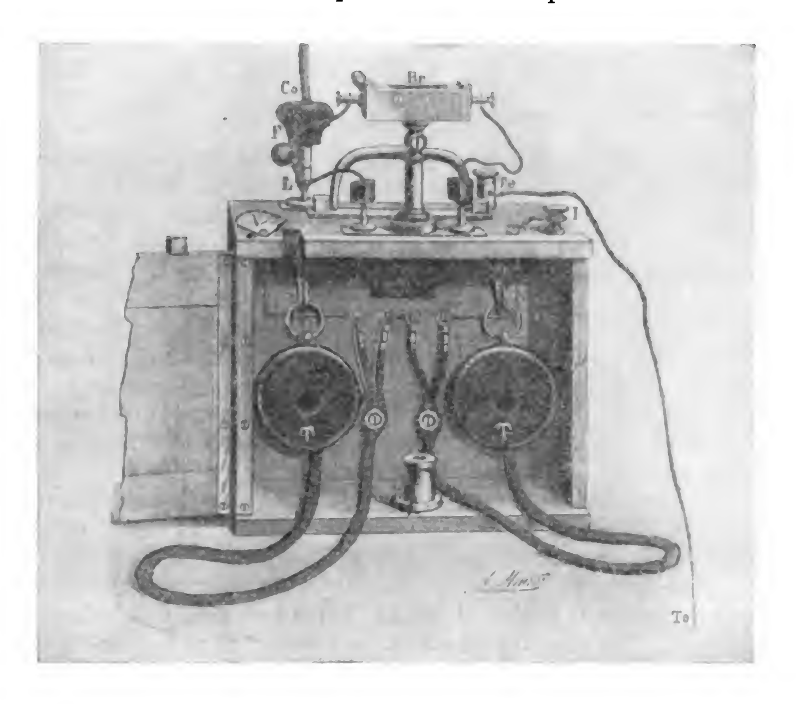
Служебные станции, устроенные г. Поповым в России на острове Гогланде и в городе Котка (47 *км*), могли действовать в любую погоду и приносили большую пользу. Под влиянием электрических волн получаются изменения сопротивления в цепи: батарея, радиопроводник, телефон; они изменяют силу тока в цепи; и, далее, эти перемежающиеся изменения непосредственно ощущаются в телефоне, даже для электрических излучений весьма малой мощности, действующих на радиопроводник.

Приводимый рисунок изображает радиотелефонную станцию, она весьма портативна.

Br-радиопроводник Попова — Дюкрете. Он разборный, герметический и расположенный так, чтобы между его электродами могли быть помещены или зерна твердого угля, или металлические опилки, или легкие стержни, свободно покоящиеся на электродных подставках из угля. Шарнир позволяет придавать этой специальной микроскопической системе желательный наклон, смотря

по обстоятельствам; она чувствительна к электрическим волнам весьма малой мощности.

Футляр этого радиопроводника *Br* снабжен герметически закрывающимся резервуаром, где помещается высушивающее вещество, которое можно быстро возобновлять.



Таким образом представляется возможность пользоваться легко окисляющимися металлами, так как внутренность радиопроводника защищена от сырости и притока внешнего воздуха.

Телефоны находятся в TT_1; батареи (сухие элементы) помещены во втором отделении, против первого. Приемная антенна *Co* приключается к *F*, в зажим с правой стороны входит заземляющая проволока *Te*. При бездействии, для переноски прибора, колонна радиопроводника помещается внутри в *C*.

Между нашими пробными станциями на улице Клод-Бернара и бульвара Порт-Ройяль (расстояние около 500 *м*) можно принимать сигналы, передаваемые маленькой катушкой Румкорфа, дающей искру около 4 *мм*, с излучающей антенной в 10 *м*. На приемной станции (прилагаемый рисунок) с заземлителем *Те*, достаточно маленькой приемной антенны *Со* в 56 *см*.

В тех же условиях обыкновенная станция с реле и автоматическим декогерером не может принимать сигналов.

Учитывая хорошие результаты, недавно полученные на больших расстояниях с нашими аппаратами для беспроволочной телеграфии, мы можем предвидеть все значение результатов, которые будут получены с помощью нового прибора Попова — Дюкрете как для военного, так и морского дела. Этот прибор является дополнением приборов с реле и автоматическим декогерером, которые мы представили Академии.

16

ОБЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ КУРСА ФИЗИКИ И БЛИЖАЙШИЕ ЗАДАЧИ НАУЧНЫХ РАБОТ В ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Записка А. С. Попова, 1901 г. [67].

Главная задача курса физики — дать основы учения об электричестве в таком изложении, чтобы те глубокие взгляды на природу электрических явлений, которые создались благодаря работам М. Фарадея и Д. К. Максвелла, заняли первенствующее положение в науке и после знаменитых опытов Г. Герца не казались недоступными для обыкновенных смертных, а напротив, явились руководящими началами в изучении электротехники.

В настоящее время эта задача становится все более и более осуществимой благодаря новейшим успехам

учения об электромагнитных волнах и об электрических колебаниях.

Эта новая область электрических явлений, давшая столь поразительные практические результаты в телеграфировании без проводов на тысячи километров, дает в то же время столь много новых фактов, так быстро расширяет горизонт, что трудно даже предвидеть пределы ее влияния на учение об электричестве. Посему изучение этого нового вида электрической энергии должно занять одно из главных мест в курсе физики.

Прежде всего нужно изложение этого отдела электрических явлений сделать наглядным; и уже теперь определился целый ряд опытов и лекционных приборов, которые нужно осуществить...

Систематическое изучение новых явлений становится возможным только тогда, когда явятся методы и приборы для измерения этого рода электрической энергии; таких почти нет еще, но многие пути для их разработки уже намечены.

Явления электрических колебаний стоят в столь глубокой и непосредственной связи со световыми колебаниями, что и в изложении курса, и в исследованиях невозможно разделить их. Изучение взаимной связи между световыми и электрическими явлениями обогатило уже оба отдела физики и дало много замечательных открытий (открытие Рентгена, Зеемана и др.), представляющих обильный материал как для научной, так и для практической разработки.

Таким образом, намечается ряд работ, простых и доступных молодым начинающим специалистам,— это будут испытания, сравнительная оценка новых измерительных методов и приборов.

Разработка этих методов и приборов, а также ряда текущих вопросов, связанных с изложением курса, легко доступного для постепенного решения их, должна дать много материала для ежедневной будничной работы лаборантов и профессора.

Наконец, целый ряд открытых, но не объясненных еще явлений в этой области учения об электричестве дает обильный материал для более сложных работ на многие годы.

Некоторые из них, например изучение и техническая разработка различных источников (генераторов) электромагнитных волн, могут повести к совместной работе нескольких лабораторий Института.

Решение всех затронутых здесь задач более, чем где-либо, уместно в лабораториях Института, но пока ни в физической, ни в других лабораториях нет необходимых для этого приборов, а приборы эти, как-то: источники электрической энергии высокого потенциала, электрические измерительные приборы высшей чувствительности, поляризационные оптические приборы и т. п., представляют по сравнению с другими значительную ценность, и только щедрые затраты могут дать условия, необходимые для плодотворных работ как для целей чистой науки, так и техники.

17

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА А. С. ПОПОВА О СВЯЗИ РОССИИ С БОЛГАРИЕЙ [68]

I.

В Главное управление почт и телеграфов

4 марта 1903 г.

В ответ на запрос Главного управления почт и телеграфов о возможности устройства сообщения между Варной и Одессой с помощью беспроволочного телеграфа имею честь представить прилагаемую при сем записку.

Профессор Электротехнического института,
статский советник *Александр Попов.*

II.

1. Возможность устройства станций беспроволочного телеграфа для соединения России с Болгарией.

При настоящем состоянии приборов беспроволочного телеграфа существует полная уверенность в возможности пользования им на тех расстояниях, которые должно иметь

в виду в предполагаемой установке. Наибольшая дальность, полученная с теми средствами, которыми мы располагаем в настоящее время, была 260 километров (с приборами Дюкрете во Франции). Но такое расстояние нельзя считать предельным — это был опыт, осуществленный между береговыми станциями, причем не были использованы все меры, могущие увеличить дальность, именно: усиление мощности источника электромагнитных волн и употребление сложной сети воздушных проводов, вместо простейшего устройства, употребляемого до сих пор на одиночных мачтах.

2. Средства, необходимые для опыта.

Так как расстояние предполагаемой установки почти вдвое больше вышеупомянутого, то для рационального ведения дела необходим ряд предварительных опытов между береговой станцией и станцией, помещенной на корабле, который мог бы удаляться постепенно по желаемому направлению. Только после таких опытов можно приступить к устройству станции на Болгарском берегу... Собственно специальные приборы и устройства одной полной станции беспроволочного телеграфа и расходы по производству опытов, вероятно, не превысят 50 тысяч рублей.

3. Выбор места для станции беспроволочного телеграфа.

Намеченные Министерством иностранных дел места для станций Одесса и Варна наиболее отвечают коммерческим интересам в будущем, при развитии торгового обмена между Россией и Болгарией. Но существует много доводов за другой пункт для русской станции, именно — за Севастополь:

а) Расстояния между Одессой и Варной и между Севастополем и Варной почти одинаковы, но прямая линия, соединяющая Варну с Одессой, идет большей частью по суше, частью вдоль берега, линия же Севастополь — Варна идет по открытому морю. Случаи удачной передачи через сушу неоднократно осуществлялись, но все-таки не подлежит сомнению, что на море большие расстояния легче достигаются. Поэтому с технической точки зрения Севастополь следует предпочесть Одессе.

b) Так как предполагаемый телеграф будет служить и для обмена между правительствами обеих стран, то нужно иметь в виду, что при соединении Варны с Одессой между ними будет лежать румынская территория, и по свойству беспроволочного телеграфа нельзя защититься от подслушивания какою-либо промежуточной станцией, если она поставит себе такую задачу. Линия Варна — Севастополь лежит в стороне от Румынии, и при больших расстояниях такое подслушивание потребует более дорогих сооружений и вообще менее вероятно. В военное время, в случае враждебных отношений с Румынией, правильное сообщение между станциями может быть прекращено посредством посылки электромагнитных волн с промежуточных между Одессой и Варной пунктов. Вследствие большой отдаленности линии Севастополь — Варна такая помеха делается почти невозможной.

c) Станция большой мощности, установленная в Севастополе или вблизи него, может служить и военным целям. При ее помощи могут сообщаться с Севастополем почти на всем пространстве Черного моря специальные крейсера-разведчики, снабженные соответствующими приспособлениями и приборами, а в будущем может быть и все броненосцы Черноморской эскадры.

Возможность иметь непрерывное сообщение с Севастополем как для наших военных судов, плавающих на всем пространстве Черного моря, так и для станций на его побережьях имеет первостепенную важность для обороны государства.

4. Заключение. Имея в виду все вышеизложенное, приходим к заключению, что устройство на Черноморском берегу станции беспроволочного телеграфа большой мощности для сообщения с Болгарией возможно, но для выполнения опытов необходимо прибегнуть к услугам военного судна Черноморского флота, а для обеспеченности этого сообщения и увеличения пользы, приносимой этой станцией, государству нужно установить ее в Севастополе.

Мое личное участие в опытах в качестве руководителя их возможно, так как в переписке о моем переходе на службу в Министерство внутренних дел со стороны Морского министерства была сделана оговорка о продолжении моих

работ по беспроволочному телеграфу на флоте в течение летних вакаций [69]. В настоящее время на усмотрение управляющего Морским министерством представлен проект устройства и дальнейшего развития беспроволочного телеграфа на флоте, в котором также ставится вопрос о необходимости устройства мощной станции беспроволочного телеграфа в Севастополе.

Проф. А. Попов

18

ПРОТОКОЛЬНАЯ ЗАПИСЬ О ДОКЛАДЕ ПОПОВА «О ВОЛНОМЕРАХ»

Журнал Русского физико-химического общества, 1905, т. XXXVII, часть физ., отдел. 1, вып. 8, стр. 235—239 [70].

...8) А. С. Попов делает доклад о «волномерах», служащих для измерения длины электромагнитных волн или для определения периода электрических колебаний. Докладчик показывает приборы и явления, встречающиеся в практике беспроволочного телеграфа, но имеющие ценность и для физиков во всех вопросах, касающихся опытного изучения электрических колебаний и электромагнитных волн.

Прежде всего обращается внимание на особенности явлений при возбуждении электрических колебаний помощью обыкновенного индуктора (спираль Румкорфа), питаемого обыкновенным переменным током. Переменный ток, приблизительно синусоидальный, проходя по первичной обмотке индуктора, доставляет во вторичной его обмотке ток высокого напряжения, служащий для заряда лейденских банок — конденсаторов, в свою очередь разряжающихся через искру в контуре малого сопротивления. При этом наибольшая разность потенциалов на обкладках конденсатора, или, что то же, наибольшая искра в колебательном разряде, может быть достигнута, если полный период переменного тока, питающего индуктор, совпадает с периодом собственного колебания системы, состоящей из вторичной обмотки индуктора и присоединенной

к ней батареи лейденских банок. В опыте, который тут же показывается, индуктор, с длиной искры примерно 35 *см*, имеет столь значительную самоиндукцию во вторичной обмотке, что вместе с шестью лейденскими банками дает период колебания по формуле Томсона $T=2\sqrt{LC}$ приблизительно $\frac{1}{50}$ секунды. При таком соотношении, в особенности если последовательно с первичной обмоткой индуктора соединена еще какая-нибудь катушка самоиндукции, можно достигнуть того, что 5—6 толчков соответствующих периодам переменного тока, так сказать, раскачивают систему и разность потенциалов на обкладках конденсатора достигает значительной величины по сравнению с разностью потенциалов, возбуждаемой одним отдельным периодом переменного тока. Опыт дает, что при изменении числа банок длинная искра уже не получается. Второй опыт был сделан так: два одинаковых индуктора соединяются последовательно, при этом самоиндукция увеличивается вдвое и для резонанса приходится уменьшить емкость батареи тоже вдвое. В этих же опытах показывается новый искровый разрядник (искрообразователь) Броуна, употребляемый теперь с большой пользой в беспроволочном телеграфе. Разрядник Броуна состоит из многих искрообразователей (показан разрядник с пятью искрами, соединенными последовательно). При этом параллельно каждой искре введен маленький конденсатор — лейденская баночка емкостью 100 *см*. Вследствие этой добавки перед моментом разряда, несмотря на некоторое неравенство искровых промежутков, благодаря их малой емкости потенциал все-таки разбивается на пять равных частей. Такой разрядник в силу закона, связывающего длину искры с необходимым для разряда потенциалом, например при пяти искрах длиною 5 *мм*, т. е. при полной длине 25 *мм*, действует только от разности потенциалов, дающей между шариками обыкновенного разрядника длину одиночной искры 70 *мм*.

Пользуясь установленными источниками электрического разряда, докладчик показывает далее жезловой волномер Слаби. Этот прибор по устройству и действию сходен с давно уже известным в электротерапии резонатором

Удена. Жезловой резонатор представляет собой длинную стеклянную трубку, обмотанную тонкой медной проволокой, изолированной одиночной шелковой обмоткой. Один свободный конец этой проволоки лежит на кусочке бумажного экрана, сделанного из платиново-бариевой синеродистой соли (рентгеновский экран), помещенном внутри трубки; другой конец проволоки укреплен к металлической оправе на противоположном конце трубки. Если мы поднесем свободный конец, лежащий на экране в конце трубки, к системе, в которой происходят электрические колебания, и будем при этом менять длину проволоки, выключая часть этой длины помощью короткого замыкания от оправы в проволоке (слабая изолировка проволоки этому не мешает), то легко добьемся резонанса; свободный конец и экран начинают ярко светиться. Резонанс найдется по наибольшему световому эффекту, и при этой длине жезловой резонатор имеет тот же собственный период колебания, как и исследуемая система,— они колеблются в унисон. На трубке по ее длине нанесены деления и надписи длины волн, принимая равенство $\lambda = vT$; λ — длина волны, v — скорость света, T — период колебания. Жезловой резонатор можно возбудить и помощью электромагнитной индукции, окружая резонатор вблизи оправы одним оборотом изолированной проволоки, входящей в цепь исследуемого электрического колебания, тогда проволока резонатора действует как вторичная обмотка трансформатора Тесла. В первом способе возбуждения резонатора необходимо избегать близости к металлическим частям и к телу наблюдателя свободного конца резонатора, так как при этом меняется заметно и емкость.

Чтобы показать действие волномера Слаби, докладчиком был приведен в действие от упомянутых ранее шести лейденских банок большой резонатор Удена. Резонатор представляет собою деревянный цилиндр около метра высотой и ½ метра диаметром с намотанной на него голой медной проволокой. Соединяя нижний конец резонатора с той обкладкой лейденских банок, к которой примыкает переменная самоиндукция, соединенная вблизи искры с землей, при всяком разряде получаем в проволоке резонатора толчки, соответствующие периоду колебаний системы

банок. Изменяя самоиндукцию, можем привести период колебаний системы лейденских банок к совпадению с естественным периодом колебаний резонатора. В таком случае колебания резонатора достигают наибольшей силы, причем в свободном конце получаются наибольшие величины потенциала, в чем можно убедиться по световым истечениям и по длине искры, поднося к резонатору металлический предмет. В нижнем конце резонатора амплитуда потенциала незначительна. Надевая на резонатор обруч с одним оборотом проволоки, замкнутой через лампочку, убедимся, что вследствие индукции лампочка будет ярко гореть при нижнем положении обруча и тухнуть вверху. Этот опыт дает представление о распределении потенциала в проволоке, одним концом соединенной с землей, при происходящих в ней электрических колебаниях.

Жезловой волномер Слаби был показан в действии в 2—3 метрах расстояния от резонатора. Точность измерения длины волны около 2%.

В заключение докладчиком был показан волномер Доница; этот прибор значительно сложнее, но зато дает возможность большей точности определения длины электромагнитных волн. Прибор в существенной своей части состоит из непрерывно переменной емкости, замыкаемой через цепь известной самоиндукции. Эта цепь составляется из кольца, самоиндукция которого может быть вычисляема, небольшого медного кольца, входящего в эту же цепь последовательно, и необходимых соединительных проводников.

Поставив этот прибор вблизи проводников, в которых происходят колебания, длину волн которых мы желаем знать, мы можем, меняя емкость системы, составляющей волномер, подвести его к равенству периода колебаний с соседними проводниками; для того чтобы иметь это совпадение, нужно наблюдать наибольший эффект возникших в волномере колебаний. Для этой цели внутри маленького медного кольца волномера помещено шесть оборотов изолированной проволоки, замкнутых тонкой платиновой проволокой. Платиновая проволока нагревается вследствие индукции от колебания волномера. Эта платиновая проволока помещена в резервуаре термоскопа— манометра.

Таким образом, совпадения колебания волномера с колебаниями соседней системы указываются наибольшим поднятием жидкости в манометре. Показание переменного конденсатора прямо дает длину волны возникшего колебания.

Волномер Доница докладчиком был показан на следующем опыте. Батарея в шесть лейденских банок, замкнутая небольшим контуром, давала при разряде некоторую определенную длину волны λ_0. Взяв еще одну такую же банку и замкнув ее через самоиндукцию, приблизительно в шесть раз бóльшую, можно было по наблюдениям волномера достигнуть той же длины волны λ_0 с одной банкой. Затем были соединены две системы в шесть банок и в одну банку так, что часть разрядной цепи у них была общая. При этом в контуре шести банок была искра, а в контуре одной банки перерыва не было.

Возбуждая в системе электрические колебания действием индуктора, можно получать в отдельной банке столь интенсивные амплитуды потенциала, что разряды следуют непрерывно через край банки; можно сказать, что в этом случае тяжелая система с небольшой амплитудой сильно раскачивает легкую систему, что можно осуществить в маятниках. Измеряя длину волны в такой соединенной двойной системе при помощи волномера, мы находим два максимума показаний манометра, которые дают две волны, соседние с λ_0, но так, что $\lambda_1 < \lambda_0 < \lambda_2$. Этот результат предвидится математической теорией колебания двойной системы.

Показанные докладчиком приборы изготовлены фирмой «Telefunken» в Берлине, а употреблявшиеся при этом индукторы построены в Кронштадтской казенной мастерской.



ПРИМЕЧАНИЯ

1 (к стр. 59). С некоторыми сокращениями в том же году статья напечатана в журналах «Метеорологический вестник» (№ 3, стр. 61—67) и «Электричество» (№ 13—14, стр. 177—189).

2 (к стр. 59). Выступление А. С. Попова состоялось на 151 (201) заседании Физического отделения Русского физико-химического общества 7 мая (25 апреля по ст. ст.) 1895 г. Этот день является официальной датой изобретения радио, которая каждый год отмечается в нашей стране «Днем радио».

Содержание сообщения А. С. Попова, в виде протокольной записи, было опубликовано в 1895 г. в Журнале Русского физико-химического общества, т. XXVII, часть физическая, отд. I, вып. 8, стр. 259—260 (см. приводимую фотокопию).

Приведенная запись не была первой публикацией о сделанном А. С. Поповым изобретении. Протокол увидел свет в конце года. До этого была издана книга Д. А. Лачинова (о нем см. стр. 189): «Основы метеорологии и климатологии» (предисловие датировано июлем 1895 г.). Здесь имеются следующие строки, посвященные аппарату А. С. Попова:

«*Разрядоотметчик Попова.* Здесь уместно упомянуть об аппарате, только что устроенном (в 1895 г.) проф. Поповым и могущем служить для обнаружения отдаленных молний и вообще электрических разрядов колебательного характера. Прибор этот основан *на свойстве металлических порошков увеличивать свою электропроводность* в десятки раз, под влиянием *электрической искры*, перескакивающей где-нибудь даже на довольно значительном расстоянии от порошка. Это явление было открыто Бранли в 1891 г. и затем исследовано Лоджем и Поповым; оно, по всей вероятности, обусловливается легким поверхностным спаиванием частиц металла под влиянием индукционных токов, возбужденных искрой. Чтобы возвратить порошку его первоначальное сопротивление, достаточно слегка встряхнуть его.

Аппарат Попова состоит из небольшой батареи, ток которой проходит через *стеклянную трубку, наполненную железным порошком и через электрический звонок*. При обыкновенных обстоятельствах ток настолько слаб, что не может привести в дрожание звонок. Но если по соседству произойдет электрический разряд, то ток возрастет в несколько десятков раз и приведет звонок в действие. Звон продолжался бы *неопределенное время*, если бы проф. Попов не устранил

ЖУРНАЛЪ

РУССКАГО

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА

при Императорскомъ С.-Петербургскомъ Университетѣ.

ТОМЪ XXVII

ЧАСТЬ ФИЗИЧЕСКАЯ

издана подъ редакціею

И. БОРГМАНА.

Корректуру держалъ Е. Роговскій

ОТДѢЛЪ ПЕРВЫЙ.





С.-ПЕТЕРБУРГЪ

Тип. В. Демакова. Новый пер., д. № 7.

1895.

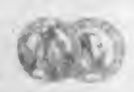


Рис. 1. Фотокопии титульного листа и страниц протокольной записи Журнала Русского физико-химического общества, т. XXVII за 1895 г. (стр. 180, 181, 182).

ПРОТОКОЛЪ

151 (201)-го засѣданія Физическаго Отдѣленія Русскаго Физико-Химическаго Общества.

25-го апрѣля 1895 г.

За болѣзнію Θ. Θ. Петрушевскаго предсѣдательствуетъ на засѣданіи проф. И. И. Боргманъ.

1) Дѣлопроизводитель читаетъ списокъ книгъ и журналовъ, полученныхъ библіотекою Отдѣленія со дня послѣдняго очередного собранія (21 марта 1895 г.).

2) Л. Г. Богаевскій вмѣсто предполагавшагося имъ сообщенія: «О взаимодѣйствіи между нагрѣтымъ воздухомъ и влажной поверхностью» изложилъ нѣсколько подробнѣе нѣкоторые вопросы изъ его работы «О законѣ параболы», сообщенной имъ въ засѣданіи Отдѣла 21 марта 1895 г. (Работа будетъ напечатана въ журналѣ Общества).

Замѣчанія сдѣлали И. И. Боргманъ и Н. А. Смирновъ.

3) А. С. Поповъ сдѣлалъ сообщеніе: «Объ отношеніи металлическихъ порошковъ къ электрическимъ колебаніямъ». Исходя изъ опытовъ Бранли, докладчикъ изслѣдовалъ рѣзкія измѣненія въ сопротивленіи, испытываемыя металлическими порошками въ полѣ электрическихъ колебаній. Пользуясь высокой чувствительностью металлическихъ порошковъ къ весьма слабымъ электрическимъ колебаніямъ, докладчикъ построилъ приборъ, предназначенный для показыванія быстрыхъ колебаній въ атмосферномъ электричествѣ. Приборъ состоитъ изъ стеклянной трубки, наполненной металлическимъ порошкомъ и введенной въ цѣпь чувствительнаго реле. Реле замыкаетъ токъ батареи, приводящей въ дѣйствіе электрическій звонокъ, расположенный такъ, что молоточекъ его ударяетъ и по чашкѣ звонка, и по стеклянной трубкѣ. Когда приборъ па-

— 260 —

ходится въ полѣ электрическихъ колебаній, или соединенъ съ проводникомъ, находящимся въ сферѣ ихъ дѣйствія, то сопротивленіе порошка уменьшается, реле замыкаетъ токъ батареи и приводитъ въ дѣйствіе звонокъ; уже первые удары звонка по трубкѣ возстановляютъ прежнее большое сопротивленіе порошка, и слѣдовательно приводятъ снова приборъ въ прежнее, чувствительное къ электрическимъ колебаніямъ состояніе. Предварительные опыты, произведенные докладчикомъ съ помощью небольшой телефонной линіи въ г. Кронштадтѣ, показали что воздухъ дѣйствительно иногда подверженъ быстрымъ перемѣнамъ его потенціала. Основные опыты измѣненія сопротивленія порошковъ подъ вліяніемъ электрическихъ колебаній, и описанный приборъ были показаны докладчикомъ.

Замѣчанія сдѣлали Ѳ. Я. Капустинъ и А. Л. Гершунъ.

4) Въ библіотеку Отдѣленія доставлены слѣдующія книги и журналы:

1) Проф. А. Г. Столѣтовъ, Курсъ Оптики, Москва 1895.

2) Архивъ біологическихъ наукъ, т. III, №№ 4 и 5.

3) М. Н. Теплова. Изъ Архива Узловыхъ строеній.

4) Дриженко. Географическое опредѣленіе мѣста при гидрографическихъ работахъ.

———

этого неудобства тем, что поместил свою чувствительную трубку рядом со звонком, так что молоточек последнего, при своем возвратном движении, *ударяет по ней и тем самым возвращает железному порошку его первоначальное сопротивление*. При таком расположении аппарат отвечает каждой электрической искре коротким звонком.

Чтобы аппарат отвечал также отдаленным молниям и другим разрядам атмосферного электричества, его гальваническая цепь

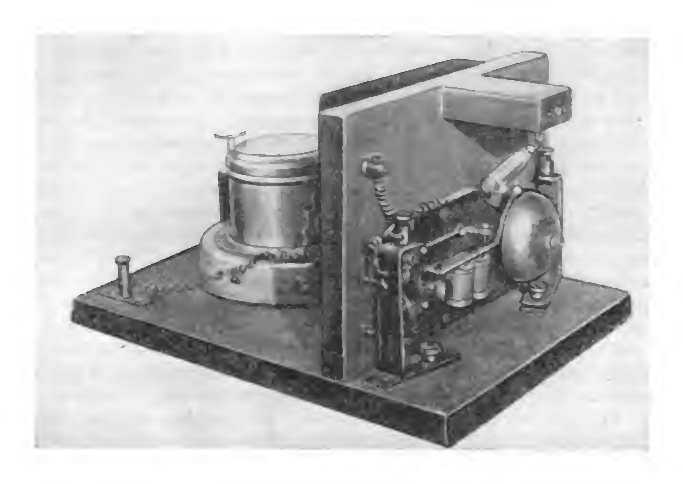


Рис. 2. Первый приемник А. С. Попова. (Музей связи им. А. С. Попова, Ленинград.)

должна быть соединена посредством проволоки *со стержнем громоотвода* со специально для этой цели установленным металлическим шестом.

Чтобы *отмечать* разряды, Попов вводит в цепь своего аппарата еще электромагнит с пером Ришара. Тогда, при каждом разряде, это перо делает метку на вращающемся цилиндре, обтянутом бумагой. Уже первые опыты с этим прибором указывают, по-видимому, на то обстоятельство, что в атмосфере весьма часто происходят разряды, совершенно не замечаемые нами». (Основы метеорологии и климатологии Д. А. Лачинова, профессора физики и метеорологии в С.-Петербургском лесном институте. Спб., 1895, стр. 460—461.)

Таким образом, «Грозоотметчик» А. С. Попова сразу же вошел в учебники.

Изобретение А. С. Попова довольно широко популяризировалось; он сам в 1895—1896 гг. неоднократно выступал с демонстрацией опытов (см. стр. 75). Приемник А. С. Попова был предметом публичного доклада В. В. Скобельцына. Отчет об этом докладе напечатан в апрельском номере 1896 г. Почтово-телеграфного журнала под

названием: «Прибор А. С. Попова для регистрирования электрических колебаний». Вот что мы здесь читаем:

«Преподаватель Электротехнического института В. В. Скобельцын демонстрировал 2 сего апреля прибор преподавателя Минных классов в Кронштадте А.С.Попова: „для регистрирования электрических колебаний“. Предварительно докладчик познакомил присутствующих с тем явлением, на котором основано устройство этого прибора.

В 1891 г. Бранли заметил, что колебательные электрические разряды способны в значительной степени изменять (именно уменьшать) электрическое сопротивление проводящих порошкообразных тел. Так, например, если в стеклянную трубку поместить концы двух металлических проводников, включенных в цепь батареи через гальванометр, и, не сближая их, наполнить трубку железными опилками, то последние могут представить такое большое сопротивление, что, несмотря на замкнутую цепь, гальванометр не даст заметного отклонения. Если же при этом вблизи трубки будут происходить колебательные разряды, то стрелка гальванометра отклонится на более или менее значительный угол.

...Преподаватель Минных классов в Кронштадте А. С. Попов основал свой прибор на применении именно подобной трубки, причем включил в цепь батареи не гальванометр, а обыкновенное реле, анкер которого, перемещаясь от одного контакта к другому, замыкает ту же батарею на звонок. Таким образом, при всяком колебательном разряде вблизи прибора звонок подает сигнал. Затем молоточек звонка приспособлен так, что, падая, он ударяет слегка по трубке и тем приводит заключающиеся в ней железные опилки в первоначальное состояние.

Прибор А. С. Попова, построенный для лекционных целей, нашел применение пока для метеорологических целей, обнаруживая присутствие в атмосфере электрических разрядов колебательного характера.

...В заключение докладчик произвел опыт с вибратором Герца, который был поставлен в соседнем флигеле, на противоположной стороне двора. Несмотря на значительное расстояние и каменные стены, расположенные на пути распространения электрических лучей, при всяком сигнале, по которому приводился в действие вибратор, звонок прибора громко звучал». (Почтово-телеграфный журнал, 1896, апрель, отдел неофициальный, стр. 547—549).

3 (к стр. 59). Любославский Геннадий Андреевич (1860—1915), профессор Лесного института (тогда — ассистент Д. А. Лачинова [25]), близкий друг А. С. Попова, товарищ его по учебе в Петербургском университете. Перу Любославского принадлежит одна из лучших статей, написанных в связи с преждевременной смертью изобретателя беспроволочного телеграфа (см. газету «Слово», 1906 г. 7 (20) января, № 347, стр. 6).

4 (к стр. 59). Лодж Оливер Джозеф (Lodge Oliver Joseph, 1851—1940), английский физик и популяризатор науки. Лодж разработал более совершенный когерер, нежели тот, который был предложен Бранли (см. сл. прим.), и, применив вибратор Герца, осуществил

передачу волн на некоторое расстояние за пределы лаборатории. Лоджу принадлежит идея встряхивания когерера для восстановления его чувствительности после действия на опилки электромагнитных волн; для достижения этой цели он применил часовой механизм от аппарата Морзе.

Русский перевод работы Лоджа, о которой говорит А. С. Попов, см. в книге «Из предистории радио». Сборник оригинальных статей и материалов. Составил проф. С. М. Рытов. Под редакцией акад. Л. И. Мандельштама. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 424—445.

5 (к стр. 60). Бранли Эдуард (Branly Eduard, 1846—1940), французский физик. В начале своей деятельности Бранли занимался медициной, работая в области электротерапии. Его место в предыстории радио определяется изысканиями, завершившимися созданием индикатора электромагнитных волн, известного в литературе под названием трубки Бранли. Трубка Бранли, которую О. Лодж назвал впоследствии когерером, имела два электрода, отделенные небольшим промежутком; последний заполнен металлическим порошком. В таком виде прибор является плохим проводником; при прохождении же электромагнитной волны свойства его резко меняются: порошок мгновенно становится хорошим проводником. О своих опытах Бранли сообщил Парижской Академии наук в 1890 г. В сравнении с индикатором Герца устройство Бранли представляло по своей чувствительности несомненный шаг вперед, но французский ученый не пошел дальше лабораторных исследований, не ставя перед собой практических целей.

6 (к стр. 60). Минчин Джордж Минчин (Minchin Georg Minchin, 1845—1914), английский физик; на работы Минчина А. С. Попов указывал каждый раз, когда говорил о трудах своих предшественников.

7 (к стр. 60). Имеется в виду статья Ролло Аппльярда «On Dielectrics», напечатанная в 1894 г. в т. 38 The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazin and Journal of Science (стр. 396—409).

8 (к стр. 60). Бернацкий Виктор (Biernacki Victor, 1869—1918), польский физик, профессор Варшавского политехнического института (тогда ассистент Варшавского университета). Работа Бернацкого, о которой упоминает А. С. Попов, была напечатана под названием: «Eine einfache objective Darstellung der Hertz'schen Spiegelversuche»; этому автору принадлежит ряд других работ, связанных с изучением лучей Герца, напечатанных, в частности, в Журнале Русского физико-химического общества.

9 (к стр. 61). «...это является особым видом электрического сваривания».

10 (к стр. 62). Речь идет о реферате статьи А-Ле Ройс и Р. Фан Берхен: «Измерение длины герцевских первичных колебаний в воздухе при помощи измерения электрического сопротивления металлических опилок».

11 (к стр. 64). Спринг Вальтер Виктор (Spring Walter Victor, 1848—1911), бельгийский химик; профессор Льежского университета. Работа, о которой говорит А. С. Попов, напечатана под названием:

«Ueber das Vorkommen gewisser für den Flüssigkeits oder Gaszustand charakteristischen Eigenschaften bei festen Metallen».

12 (к стр. 65). Ашкинас Эмиль (Aschkinass Emil, 1873—1909), немецкий физик, приват-доцент Берлинского университета; упоминаемое исследование напечатано под названием — «Einfluss d'electrischen Wellen auf den galv. widerst. metal. Leiter».

13 (к стр. 66). Хага Герман (Haga Hermann), голландский физик, профессор Гронингенского университета; его работа напечатана под названием: Ueber den Einfluss electrischer Wellen auf den galvanischen widerstand metallischer Leiter».

14 (к стр. 66). Мицуно Тохинойо (Mizuno Tochinojo), японский физик, профессор Киотского университета; напечатанная им статья озаглавлена: «Note on Tinfoil Grating as a Detector for Electric Waves».

15 (к стр. 68). Риги Августо (Righi Augusto, 1850—1920), итальянский физик, профессор Болонского университета, член Болонской Академии наук.

В предыстории радио Риги известен предложенным им в 1893 г. вибратором, применение которого позволяло значительно уменьшить длину волны.

16 (к стр. 70). Имеются в виду селения: Богословский завод (ныне г. Карпинск, Свердловской области) и Турьинские рудники (ныне г. Краснотурьинск, той же обл.) — родина А. С. Попова.

17 (к стр. 74). Бозе Джагадис Чандра (Bose Jagadis Chundra, 1858—1937), индийский физик и физиолог; член Королевского Общества, основатель и директор исследовательского института в г.Калькутте, носящего его имя. Работая над электромагнитными волнами, Бозе сконструировал прибор, аналогичный когереру Лоджа, но более совершенный. Описание его когерера было опубликовано более, чем через год, после первого выступления А. С. Попова в Физическом отделении Русского физико-химического общества с сообщением о сделанном им открытии.

Заметка, о которой говорит А. С. Попов, напечатана в разделе «Иностранные флоты». Вот ее содержание: «Новое открытие в области электричества, сделанное доктором Шундер-Бозе, возбудило оживленные толки среди английских ученых, показав, что при известных условиях можно видеть невидимое, различать предметы сквозь человеческое тело и непроницаемые предметы, что для зрения нет преград.

Профессор Бозе, как сообщают в „Pearson's Magazine", с помощью придуманных им приспособлений мог передавать световые сигналы на расстояние 1500 метров сквозь совершенно непрозрачные тела, а затем направил сквозь тело губернатора Бенгалии и капитальную стену электрические вибрации, произведшие выстрел из пистолета, лежавшего заряженным в замкнутом со всех сторон помещении.

Для морского ведомства открытие Бозе представляет особенно важный интерес. С помощью превращений электрических вибраций в световые колебания, как замечает „Journal des Débats", представится возможность подавать сигналы в районе нескольких миль, без всяких электрических проводов, и тем же путем могут быть предупреждаемы и несчастья на море, так часто случающиеся в туманную пого-

ду. Во всяком случае нужно выждать более обстоятельных подробностей об открытии профессора Бозе». (Котлин, 1897, 4 января, № 3 (272) стр. 1.)

Составитель заметки пользовался, как видно, источниками из вторых рук — французской газетой; отсюда неправильное транскрибирование имени Бозе, которого звали Джагадис Чандра.

18 (к стр. 74). Прис Вильям Генри (Preece William Henry, 1834—1913), английский электрик, главный инженер английского телеграфного ведомства, член Королевского Общества.

Задолго до применения электромагнитных волн для цепей связи делались попытки использовать явление индукции — электромагнитной и электростатической — в деле передачи сигналов на расстояние без проводов. Прис, видный телеграфный инженер своего времени, был одним из тех, кто делал подобные опыты, используя широко известное тогда уже явление возбуждения прерывистым током в параллельном проводе, даже находящемся на большом отдалении, индуктивного тока. Прис получил заметные действия на расстоянии до пяти километров, о чем он сообщил на III Всемирном электротехническом конгрессе, в котором принимал участие и А. С. Попов.

Известно, что к Прису, как руководителю английских телеграфов, Маркони обратился за поддержкой и содействием, которые ему и были охотно оказаны Присом.

Русский перевод доклада Приса «Передача сигналов на расстояние без проводов» см. «Из предистории радио», стр. 459 и сл.

19 (к стр. 75). Речь идет о Всероссийской промышленной и художественной выставке 1896 г. в г. Нижнем-Новгороде. На выставке в Отд. 1 (сельское хозяйство), группе 1 (сельскохозяйственная метеорология) был экспонирован грозоотметчик Попова под названием «Прибор для записи электрических колебаний в атмосфере», удостоенный диплома II разряда.

20 (к стр. 75). См. стр. 71.

21 (к стр. 75). Опыты, о которых говорит А. С. Попов, были им демонстрированы 12 (24) марта 1896 г. на 158 (208) заседании Физического отделения Русского физико-химического общества. По свидетельству современников — участников этого заседания, в этот день А. С. Попов демонстрировал радиопередачу. Но морское ведомство запретило ему что-либо публиковать об этом (см. воспоминания В. К. Лебединского, О. Д. Хвольсона и В. В. Скобельцына, напечатанные в журнале «Телеграфия и телефония без проводов», 1926, июль, т. VII, № 3, стр. 247—249). Вот почему в протоколе этого заседания записано: «8. А. С. Попов показывает приборы для лекционного демонстрирования опытов Герца. Описание их помещено уже в Ж. Р. ф.-х. общества (Журнал Русского физико-химического общества, 1896, т. XXVIII, ч. физ., отд. 1, вып. 4, стр. 124).

22 (к стр. 75). Речь идет о Кронштадтском отделении Русского технического общества. Отделение было открыто в марте 1894 г., на учредительском собрании А. С. Попов был избран товарищем председателя отделения.

23 (к стр. 75). См. стр. 19.

24 (к стр. 77). Письмо было опубликовано с некоторыми изменениями. В бумагах Попова, находящихся у его наследников, сохранился автограф, опубликованный Г. А. Кьяндским в 1935 г. в журнале «Социалистическая реконструкция и наука» (№ 5, стр. 101—102). Текст письма приводится здесь по опубликованному автографу. В квадратных скобках приведен текст, отсутствующий в опубликованном автографе.

25 (к стр. 77). В № 184 «Петербургской газеты» от 8 июля 1897 г. была напечатана заметка под названием «Русский изобретатель». Заметка составлена репортером газеты, имевшем беседу с Д. А. Лачиновым, но не совсем точно передавшим полученные им сведения; видимо, поэтому имя Лачинова названо в заметке не полностью,а только начальной буквой. Д. А. Лачинов был не известным математиком, а физиком, метеорологом и электротехником. Не соответствуют действительности приписанные Д. А. Лачинову слова, что ему, якобы «не вполне известны детали конструкции прибора г. Попова». Перу Д. А. Лачинова принадлежит первая публикация об изобретении А. С. Попова (см. стр. 179).

Заметка же в целом представляет ценный документ из истории борьбы за отечественный приоритет изобретения радио, и ниже она приводится полностью:

«На-днях весь образованный мир прочитал в газетах о новом изобретении итальянца Маркони в области телеграфного дела (телеграфирование без проводов).

Имя молодого изобретателя стало сразу известным в обеих частях света, его прославляли, им восторгались, о нем протрубили по всему свету и... совершенно напрасно.

Все русские читатели, восторгавшиеся иностранным изобретением, будут не мало поражены, узнав, что идея телеграфирования на дальние расстояния без посредства проводов принадлежит нашему соотечественнику, известному ученому, открывшему новый способ телеграфирования еще два года тому назад и не желавшему преждевременного обнародования результатов своих работ из понятного стремления окончательно усовершенствовать свой телеграфический прибор.

Помимо сказанного, скромность русских ученых и изобретателей поистине легендарна. В то время как на западе малейшие технические нововведения рекламируются чуть ли не на всех перекрестках, весьма многие ценные изобретения русских техников остаются почти неизвестными публике. У нас существует еще традиционная боязнь рекламы, которая истому русскому человеку всегда представляется чем-то вроде шарлатанизма XIX века.

Вчера мы беседовали с известным математиком и профессором физики г-ном Л. (в Лесн. инст.), сообщившем нам подробности о русском изобретателе.

— Профессор Попов, сказал наш собеседник, уже давно занимается этим вопросом. Я лично присутствовал при его опытах телеграфирования без проводов, и результаты, полученные профессором, нельзя не назвать блестящими.

— Где производились эти опыты?

— У нас, в Лесном, а также в Кронштадте в Минном классе, где профессор Попов читает лекции.

— Его опыты обставлены, конечно, строгой тайной?

— Ничуть не бывало. Меня даже удивляет, почему до сих пор о них в печать не проникли известия: он работает над своими опытами два года, о чем знают все его ученики и приближенные. Это только „будущее светило технического мира“, 22-летний изобретатель Маркони обставляет свои опыты глубокой тайной и при опытах допускает присутствие лишь небольшого кружка избранных лиц. Русские ученые далеки от подобных приемов; вот, вероятно, главная причина, почему о них меньше говорят.

— В чем же, собственно, заключается изобретение проф. Попова и насколько целесообразен его аппарат?

— Мне лично не вполне известны детали конструкции прибора г. Попова, по вот вкратце его идея.

Вам из физики, конечно, известно, что звук распространяется посредством волн; чем дальше источник звука, тем слабее, расплывчатее звуковые волны; совершенно одинаковое явление наблюдается, например, при бросании в воду камня: вначале вы видите небольшие круги, а затем они постепенно увеличиваются, теряя в то же время свою силу.

В деле передачи сигналов и депеш весьма важно было изобрести настолько чувствительный аппарат, который мог бы улавливать самые тонкие, самые минимальные колебания известных волн.

Профессор Попов, давно уже занимаясь метеорологическими наблюдениями, напал на счастливую мысль, и идея воплотилась в материальные формы; изобретенный им аппарат настолько чувствителен, что уже несколько лет тому назад он поражал своей восприимчивостью, а теперь еще более усовершенствован. Аппарат этот начинает звонить задолго перед грозой, чувствуя за несколько верст электрические токи и приближение грозы.

Ток идет в нескольких верстах, а аппарат уже звонит — он его приметил. Таким аппаратом пользуются, чтобы определить так назыв. „скрытую грозу“.

Его-то профессор и применил к своему телеграфу. Опыт превзошел всякие ожидания, и явилась возможность передавать депеши посредством электрических волн на несколько верст.

— Значит, телеграфирование без проводов на таких расстояниях, как, например, между Нью-Йорком и Лондоном, вещь еще невозможная?

— Безусловно. Ничего подобного до сих пор еще не было. Телеграммы передавались лишь на расстоянии менее 10 верст.

— Изобретение, следовательно, не имеет серьезной будущности?

— Напротив, первые опыты не должны устрашать изобретателей. Идея нового изобретения не исключает возможности передавать сигналы и на значительно большие расстояния».

Лачинов Дмитрий Александрович (1842—1902), заслуженный профессор Петербургского лесного института (ныне Лесотехническая Академия им. С. М. Кирова), питомец того же университета, что и А. С. Попов. Физик, метеоролог и электротехник. Особенно

выдающимися были его труды, относящиеся к вопросам теории передачи электрической энергии.

Д. А. Лачинову принадлежит идея применения трансляции к беспроволочной телеграфии.

26 (к стр. 78). Лекция состоялась 31 марта. На следующий день газета «Котлин» сообщала: «При большом стечении публики, состоявшей из гг. адмиралов, генералов и офицеров всех родов оружия, дам, частных лиц и учащихся, вчера прочитана преподавателем минного офицерского класса А. С. Поповым лекция „О возможности телеграфирования без проводников“. Опыты, которыми была обставлена лекция, прошли удачно и вызвали большой интерес в слушателях. Лектор, время от времени знакомящий кронштадтскую публику с новостями по электричеству, был награжден дружными аплодисментами». («Котлин», 1897, 1 апреля, № 73, стр. 1.)

27 (к стр. 78). Речь идет об упомянутом в прим. 18 докладе Приса (см. стр. 74), состоявшемся 4 июня.

28 (к стр. 79). Рыбкин Петр Николаевич (1864—1948), ближайший помощник А. С. Попова. Ассистентом (официально-помощником преподавателя) Минного офицерского класса П. Н. Рыбкин стал в 1894 г., когда А. С. Попов усиленно работал над физическими проблемами, изучение которых составляло эпоху предыстории радио. П. Н. Рыбкин оставался помощником А. С. Попова в течение его пребывания в Кронштадте и принимал непосредственное участие во всех начинаниях, которые завершились изобретением нового средства связи и внедрением его в морском ведомстве. На активное участие П. Н. Рыбкина во всех своих изысканиях изобретатель радио неизменно указывал в публичных, печатных и устных выступлениях.

В истории беспроволочной телеграфии П. Н. Рыбкин известен открытием (вместе с Д. С. Троицким) приема на слух, что послужило основой разработанного А. С. Поповым способа «непосредственного применения телефонного приемника к телеграфированию без проводов».

П. Н. Рыбкин проявил себя и как неутомимый популяризатор зародившейся при его активном участии области знаний. На протяжении полувека он выступал в общей и специальной прессе и перед широкой аудиторией со статьями, докладами и воспоминаниями об опытах и исследованиях, прославивших отечественную науку.

Значительной была и его педагогическая деятельность, протекавшая на протяжении десятилетий во флоте. С ним он не расстался и в самые тяжелые дни Великой Отечественной войны, отказавшись, во время блокады Ленинграда, эвакуироваться из Кронштадта, где безвыездно прожил около шестидесяти лет. Заслуги П. Н. Рыбкина во время войны (когда она начиналась, ему было под 80 лет) отмечены советским правительством, наградившим его в 1942 г. боевым орденом «Красная Звезда», а в 1944 г.— орденом Ленина.

29 (к стр. 79). Доклад опубликован в «Протоколах заседания 4 совещательного съезда железнодорожных электротехников и представителей службы телеграфа русских железных дорог, созванного на 15 сентября 1897 г. в Одессе», Спб., 1898 г., стр. 173—179.

Выступление А С. Попова в Одессе было охарактеризовано общей и специальной прессой, как триумф ученого-изобретателя. Наиболее содержательный отчет напечатан в «Записках Одесского отделения Русского технического общества» (1897, вып. 7, стр. 3 и сл.).



Рис. 3. Петр Николаевич Рыбкин, ближайший помощник А. С. Попова.

Председатель съезда А. Н. Эйлер (о нем ниже.— *М. Р.*) открыл заседание следующей речью:

«Милостивые государи! Едва стали известны всем нам работы профессора Рентгена, уже получившие столь широкое применение, как в сентябре 1896 г. появились краткие заметки об опытах с электрическими волнами, производимых английским телеграфным ведомством по системе Маркони. 4 июня текущего года представляется подробный доклад об изобретенной Маркони передаче сигналов на расстояние без проводников. Все мы жадно знакомимся с новым завоеванием пытливого человеческого ума и тут совершенно случайно узнаем,

что в этой области имеются уже работы нашего соотечественника, уважаемого А. С. Попова. В 1895 и в начале 1896 г. он построил прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний в атмосфере, по сравнении с которым изобретение Маркони представляет точную почти копию. Таким образом, оказывается, что знаменитые опыты покойного профессора Боннского университета Герца послужили краеугольным камнем для разработки системы передачи электрических волн в целях сигнализирования впервые у нас в России. Нам приятно видеть г. Попова, согласившегося поделиться с нами вопросом о телеграфировании без проводов и с упоминанием тех результатов его последних опытов, произведенных по поручению морского ведомства».

«Появление А. С. Попова на кафедре перед слушателями было встречено шумными рукоплесканиями,— сообщается далее в вышеуказанном отчете.— Г. Попов, поблагодарив участников съезда за приглашение поделиться с ними своими опытами, приступил к ознакомлению со своими работами в этой области. Раньше всего слушателям были показаны аппараты, предназначенные для опытов. В соседней комнате, занимаемой библиотекой Технического общества, был установлен электрический аппарат (передача), а в большой зале, за толстой каменной стеной, перед слушателями был поставлен приемник, изобретенный докладчиком в 1895 г. Приемник состоит из маленькой стеклянной трубочки с железными опилками, гальванической батареи и телеграфного аппарата. В тот самый момент, когда в аппарате получались искры, на приемном телеграфном аппарате появились знаки. При этом толстые стены технического общества вовсе не служили препятствием. По заявлению докладчика, такое же действие получилось бы даже тогда, если бы передатчик, состоящий из спирали Румкорфа, находился от приемника на 1½ и более верст. Лишь благодаря спешности работы и отсутствию некоторых технических средств пришлось ограничиться сравнительно незначительным расстоянием. Опыты эти производятся впервые в Одессе. Нужно надеяться, что они положат начало дальнейшему плодотворному развитию нового способа передачи электрической энергии. Сообщение г. Попова и демонстрирование опытов продолжались несколько часов. Оно было выслушано с большим интересом. Докладчик был награжден шумными аплодисментами и ему была выражена благодарность за ценное сообщение. Участниками съезда было отмечено то обстоятельство, что наш соотечественник первый применил способ телеграфирования без проводов. Лишь спустя полтора года, уже после того как его работы были напечатаны в специальных журналах, появилось сообщение в иностранных журналах об изобретении итальянца Маркони, наделавшем много шума в техническом мире».

Эйлер Александр Николаевич (1861—1921), потомок знаменитого петербургского академика; правнук сына Леонарда Эйлера (1707—1783) Христофора (1743—1812), генерал-майора артиллерии, начальника Сестрорецкого оружейного завода.

Активный член VI (электротехнического) отдела РТО, А. Н. Эйлер проявил себя как видный деятель, посвятив свои труды проблемам связи на железнодорожном транспорте; в последние годы

жизни работал на Октябрьской железной дороге в качестве заместителя начальника службы связи.

Возглавленный А. Н. Эйлером съезд начался с его доклада «Об одновременном телеграфировании и телефонировании по одному и тому же проводу», вызвавшего оживленные прения.

30 (к стр. 79). Эдисон Томас-Альва (1847—1931), американский изобретатель.

Подробнеей об этом см. Почтово-телеграфный журнал, 1892. Отд. неоф., март 340—341. Здесь приведено следующее заявление Эдисона: «Мною сделано открытие, что электрический телеграф между двумя отдаленными пунктами возможен и без проволоки, при посредстве одной индукции, если только она производится на достаточной высоте, так, чтобы воспрепятствовать поглощению электричества землей. Открытие это имеет значение как для суши, так и для поверхности водной. Корабли на океане могут сообщаться между собой и с сушей. На море достаточна высота в 100 фут. Можно пользоваться мачтами и с верхушек мачт давать сигналы на далекие расстояния: на вершине мачт будут устанавливаться металлические щиты, путем индукции электрические сотрясения вызывают вибрацию или электрические волны (подобные световым), действующие на электрический прибор на отдаленном судне, имеющем подобный же приемный металлический щит. При сообщении с берегом для возвышения металлических щитов над земною поверхностью можно употреблять воздушные шары на привязи». См. тот же журнал, 1889, июль, стр. 495—496.

31 (к стр. 80). «Телеграфное сообщение без металлических проводников» — там же, 1895, май, стр. 493 и сл. и названную в прим. 18 статью Приса «Передача сигналов на расстояние без проводов».

32 (к стр. 82). Герц Генрих Рудольф (Hertz Heinrich Rudolf) (1857—1894) — немецкий физик. Питомец Берлинского университета, Герц по окончании высшей школы стал ассистентом своего учителя, Г. Гельмгольца. Был профессором ряда высших учебных заведений, в том числе Политехникума в г. Карлсруэ. Работы Герца, обессмертившие его имя, относятся к периоду пребывания в этом городе, который он затем покинул, заняв кафедру в Боннском университете. История этих работ освещена во вводной части его книги «Исследования по распространению электрической силы» (Русск. пер. «Из предистории радио», стр. 112 и сл.).

Герц поставил перед собой задачу экспериментально убедиться в существовании свободных электромагнитных волн; он установил при этом, что они подчиняются тем же законам (отражения, преломления и поляризации), что и световые волны. Один из одареннейших экспериментаторов, каких только знает история естествознания (он умер, не дожив до 37 лет), Герц осуществил аппаратуру, послужившую фундаментом, на котором А. С. Попов воздвиг здание беспроволочной телеграфии. Это были так называемые вибратор и резонатор Герца, описанные в его первой работе, носящей название «О весьма быстрых электрических колебаниях» (см. там же стр. 131).

Первоначальное устройство вибратора состояло из двух пластин, соединенных проводом, прерванным в середине; в месте разрыва обе

части провода были снабжены двумя небольшими разрядными шариками, соединенными с источником питания — индукционной катушкой Румкорфа. При помощи этого устройства Герц получал колебательный разряд, который ему удалось обнаружить посредством созданного им резонатора; последний представлял собой металлический проводник, согнутый в круг или прямоугольник так, чтобы между концами, снабженными небольшими шариками, оставался некоторый промежуток. При разряде вибратора между шариками резонатора проскакивали искры, длина которых могла изменяться микрометрически. Таким образом, Герц сознательно управлял электромагнитными волнами, экспериментально доказав тождественность их свойств со свойствами света.

Но волны Герца не воспринимались далее помещения его лаборатории. Для опытов на более далекие расстояния его аппаратура была слишком нечувствительна.

Научное значение открытия Герца не умаляется тем, что сам он не получил практических результатов. Открытие Герца тотчас же нашло признание во всем мире, и А. С. Попов был одним из первых, кто начал дальнейшую разработку важнейшего научного достижения.

33 (к стр. 88). Доклад был опубликован в журнале «Электротехнический вестник», Спб., 1897, № 48, декабрь, стр. 499—509. Статья вышла отдельным изданием. Об этом 25 декабря газета «Котлин» сообщала: «Только что получена нами от директора Электротехнического института Н. Н. Качалова отпечатанная стенограмма сообщения преподавателя Минного офицерского класса А. С. Попова «О телеграфировании без проводов», сделанного в Институте 19 декабря настоящего года. Брошюра эта, напечатанная изящно, содержит двадцать страниц с 7-ю фигурами».

Редакция журнала «Электротехнический вестник» предпослала докладу А. С. Попова статью «По поводу изобретения А. С. Попова», напечатанную в виде передовой. Текст этой статьи приводится здесь целиком:

«Читателям, конечно, известно, какую сильную сенсацию вызвало среди технического мира и публики известие об изобретении итальянцем Маркони способа передачи телеграфных знаков без посредства проводов. Об этом новом способе телеграфирования заговорили почти во всех технических журналах и во многих газетах. К этому известию отнеслись с тем бо́льшим вниманием, что почти одновременно сообщалось об участии в опытах Маркони всем известного авторитета телеграфного дела Приса.

Пока сообщались результаты опытов, ничего, конечно, нельзя было сказать относительно принципа системы Маркони. Делались всевозможные догадки и предположения. Между тем для нас, русских, это не должно было быть новостью. Преподавателем Минного офицерского класса в Кронштадте Александром Степановичем Поповым уже в 1895 г. был построен прибор, при посредстве которого можно было обнаруживать и регистрировать на довольно значительных расстояниях электрические колебания, производимые в том или другом пункте. Описание схемы этого прибора было приведено в Жур-

нале Русского физико-химического общества раньше, чем появилось известие об опытах Маркони, а именно в начале 1896 г. Тогда же Александр Степанович выразил надежду, что его прибор, при усовершенствовании, может быть применен к передаче сигналов на расстоянии.

Когда стал известен принцип, на котором было основано действие аппарата Маркони, то оказалось, что этот изобретатель положил в основу все то, что было сделано и нашим русским изобретателем. Некоторое отличие существует только в деталях. Совершенно же самостоятельно нашим соотечественником были указаны и средства к улучшению передачи при посредстве нового прибора, а также были сделаны и опыты, подтвердившие справедливость предложений, касавшихся этих улучшений. Поэтому не подлежит сомнению, что мы должны считать первым изобретателем нового способа телеграфирования без проводов не итальянца Маркони, а нашего соотечественника А. С. Попова, который сделал свое открытие не случайно, а путем систематических и искусно проведенных исследований. Эта мысль была некоторым образом подчеркнута на последнем съезде железнодорожных электротехников в Одессе, где Александром Степановичем, по приглашению съезда, были демонстрированы изобретенные им приборы и были произведены некоторые из опытов по передаче сигналов.

В начале текущего учебного года (19-го октября), по предложению директора Электротехнического института Николая Николаевича Качалова, автор изобретения сообщил о своих трудах и показал несколько опытов по передаче сигналов в присутствии начальника Главного управления почт и телеграфов генерал-лейтенанта Петрова, преподавателей, студентов института и многих приглашенных лиц.

Подобное же сообщение, также иллюстрированное опытами, было сделано изобретателем и в Русском Императорском техническом обществе, где был тотчас же поставлен на обсуждение вопрос о признании приоритета изобретения за А. С. Поповым, а также было выражено желание ходатайствовать, чтобы привилегия на новый способ не выдавалась бы в России Маркони или другому иностранцу. Такое ходатайство, впрочем, как и было высказано на обсуждении вышеприведенного предложения, едва ли является необходимым, так как лица, рассматривающие привилегии, охраняя прежде всего интересы русских изобретателей, несомненно, примут меры к тому, чтобы право приоритета в нашем отечестве осталось за теми русскими изобретениями, оригинальность коих несомненна в глазах компетентных лиц.

Императорское Русское техническое общество, проявив такое горячее участие к изобретению А. С. Попова, вместе с тем поставило вопрос о новом способе телеграфирования на чисто практическую почву. Так, в том же Обществе был поднят вопрос о применении способа Попова к железнодорожному делу и вопрос об изыскании средств к увеличению расстояний, на которые можно передавать сигналы.

Опыты, произведенные автором изобретения при участии Морского ведомства, которое не пожалело средств, показали уже нагляд-

но значение изобретения в морском деле. Примеру этого ведомства, надо надеяться, последуют и другие ведомства, наиболее заинтересованные в деле передачи известий на расстояние.

Редакция счастлива, что обладает возможностью поместить в этом номере журнала статью, являющуюся стенографическим отчетом сообщения, сделанного автором изобретения в Электротехническом институте, и искренне желает, чтобы полный успех сопровождал дальнейшие труды А. С. Попова по разработке для практических целей этого столь важного изобретения и чтобы плодами его работ могла первая воспользоваться Россия.

Редакция».

34 (к стр. 104). «The Electrician. A weekly illustrated journal of electrical engineering, industry and science», vol. XL, 1897, December 10, № 1021, p. 235.

35 (к стр. 104). Речь идет об обширной статье О. Лоджа: «The History of the coherer principle», напечатанной в № 1017 (стр. 87—91). Статья была вызвана отношением Лоджа и самой редакции к притязаниям Маркони. В своей статье Лодж указывал на труды многочисленных исследователей, подготовивших своими изысканиями почву, на которой возникла телеграфия без проводов, но ни единым словом не коснулся работ А. С. Попова, сделавшего решающий шаг в этом направлении. К тому времени в русской научной и общей прессе было опубликовано не мало материалов, не оставлявших сомнений в том, кто именно является изобретателем нового средства связи. Однако в зарубежной печати имени А. С. Попова не упоминалось, и он был вынужден заявить о своих правах.Соблюдая присущую ему скромность, русский ученый опубликованием своей схемы и выдержек из напечатанного в Журнале Русского физико-химического общества статьи воочию показал, кому принадлежит честь осуществления телеграфии без проводов. Из приведенных данных вытекал только тот вывод, который и сделал А. С. Попов в заключительных строках письма: схема Маркони есть не что иное, как воспроизведение того, что было сделано им, Поповым.

36 (к стр. 106). ЦГАВМФ, фонд МОК, А. 108, 1897 г. Впервые опубликовано в книге «А. С. Попов. Сборник документов. К 50-летию изобретения радио». Ленинградское газетно-журнальное и книжное издательство, 1945 г., стр. 94—100.

37 (к стр. 107). А. С. Попов не имел возможности сам проводить опыты на море: летние месяцы он проводил в Нижнем-Новгороде, где заведывал электрической станцией, обслуживавшей ярмарку. Опыты, о которых идет речь, проводил П. Н. Рыбкин; в его воспоминаниях содержатся ценные подробности о летней кампании 1897 г.:

«Было решено,— рассказывает помощник А. С. Попова,—в летнюю кампанию 1897 г. вести опыты на судах Минного отряда Балтфлота.

necessary to add any further explanation of the action of the motor gear. When the bridge is to be opened the latch lever is first thrown up; current is then switched on to the motor from the trolley system which operates the tramway over the bridge, and the motion of the motor winds the chain [illegible] the drum and "slews" the bridge round. Reversal of the motor moves the bridge to close it.

I have to add that for the illustrations of the Chicago drawbridges accompanying this article I am indebted to the Scherzer Rolling Lift Bridge Company of Chicago, by whom the bridges were erected.

CORRESPONDENCE.

THE ELECTRO-CHEMICAL COMPANY'S PLANT.

TO THE EDITOR OF THE ELECTRICIAN.

SIR: In the report of the proceedings at the annual general meeting of the shareholders of the Electro-Chemical Company (Limited), which appeared in your last issue, the Chairman of the Directors, Col. Holland, C.B., is said to have stated "that though the commencement of their business had been impeded owing to the inefficiency of the first machinery supplied, they now had excellent engines and dynamos and a good workable plant, giving the best possible results. The machinery of five installations, amounting to 3,300 E.H.P., were all fixed and in position on the premises, and arrangement had been made for a further 1,600 H.P."

As we built the whole of the dynamos that are now running on satisfactorily, and are building the additional machinery referred to, and as we had nothing whatever to do with the first electrical plant to which Col. Holland referred, we think it only fair to ourselves that we should make this explanation.—Yours, &c., P. R. JACKSON AND CO. (LIMITED).
J. Slater Lewis, General Manager.
Salford Rolling Mills, Manchester.

A DISCLAIMER.

TO THE EDITOR OF THE ELECTRICIAN.

SIR: Our attention has been called, from several quarters, to the prospectus of the Chitty Dynamo and Motor Company (Limited), which, marked "for private circulation only," has, we know, been widely distributed. In it are printed, on pages 8 and 9, two tables of tests carried out by us upon a small Chitty dynamo, and on page 13 a diagram of certain curves of efficiency. The other diagrams at pages 10, 11 and 12 were not compiled by us.

The last paragraph of the prospectus, page 6, states that "copies of the reports and tests by Messrs. Willans and Robinson are appended." No copies of reports by us are appended.

The paragraphs on page 7 are headed "The Chitty Dynamo Messrs. Willans and Robinson's Tests," and the first paragraph commences, "Following, are copies of the records of Messrs. Willans and Robinson's tests." It appears to us that these words coupled with the statement on page 6, that "Reports" by us are appended may be taken to mean that the statements on page 7 are in the nature of a report from us. We shall be greatly obliged if you will allow us to state publicly in your columns that we are responsible only for the facts set forth in the tables on pages 8 and 9 and in the diagram on page 13 of the prospectus.—Yours, &c.,
WILLANS AND ROBINSON (LIMITED)
(C. H. EVES, Secretary).
Victoria Works, Rugby, Dec. 8, 1897.

AN APPLICATION OF THE COHERER.

TO THE EDITOR OF THE ELECTRICIAN.

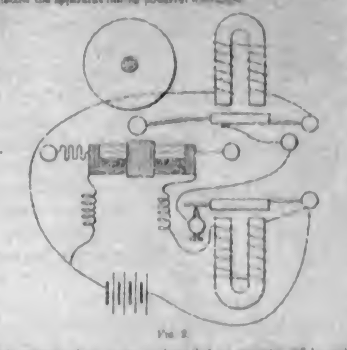
SIR: The attention which you gave to the coherer in your issue of Nov. 12 leads me to trust that you will consider my little work with this instrument described in the *Journal of the Russian Physical and Chemical Society*, Jan., 1896. The contents of my article were communicated to a meeting of the Physical Section of our Society in April, 1895. I translate, with abbreviation, some extracts of it:—

"Repeating some of O. Lodge's experiments with the coherer I constructed an apparatus very useful for the demonstration of the properties of the Hertzian electromagnetic waves and rays in a large lecture room, also fit for registering atmospheric electric disturbances. [illegible] I found to be the best form of iron filings tube coherer, having sufficient and constant sensitiveness—that shown full size in Fig. 1—two platinum leaves, A B and C D, stuck inside the glass tube at the distance from 1mm to 2mm apart. On using a sensitive relay in the circuit with the coherer tube, and an ordinary electric bell in a collateral line for sound signal and as an automatic tapper for the coherer, I receive an apparatus which exactly answers every electric wave by a short ring and by continual strokes, if electric vibrations is excited continuously. [illegible] Fig. 2).



Fig. 1.

"In connecting in parallel with the bell an electromagnetic recorder, tracing a straight line along the paper band, which is moved by a 12 hour time cylinder of Richard Brothers, I obtain an instrument registering by a cross line on the moving band every electric wave that reaches the coherer from across the atmosphere. [illegible] Such an apparatus was placed in a room at the Meteorological Observatory of the Forest Institution in St. Petersburg in July, 1895. One of the electrodes of the coherer was connected by an insulated wire with an ordinary lightning conductor standing on a turret between anemometers, [illegible] the other electrode of the tube-coherer being connected with the ground. An ordinary lightning guard protected the apparatus during powerful discharges.


Fig. 2.

"In conclusion, I can express my hope that my apparatus will be applied for signalling on great distances by electric vibrations of high frequency, as soon as there will be invented a more powerful generator of such vibrations. From July, 1895, until now my apparatus has worked very well as a lightning recorder, which can be seen on the photograph (Fig. 3) of various records of thunder storms made by this apparatus during the last summer. [illegible] By using in the coherer tube a steel band instead of iron filings I

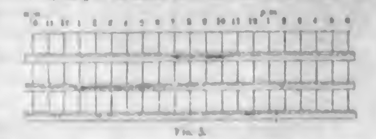


Fig. 3.

receive a good coherer, by which I can detect electromagnetic waves at the distance of 1 kilometre, if I work with Hertz's vibrator with 30cm spheres and with the ordinary Siemens Halske relay. With the [illegible] vibrator of 90cm diameter, and a more sensitive relay, I reach 5 kilometres of good working without exhausting the tube and without any other resonance than by using the arrangement in my registering apparatus."

From the foregoing remarks may be inferred that the arrangement of Marconi's receiver is a reproduction of my lightning recorder.—Yours, &c., A. POPOFF.
Torpedo School, Cronstadt, Russia, Nov. 26, 1897.

Рис. 4. Фотокопия страницы с письмом А. С. Попова в журнале «The Electrician» от 10 декабря 1897 г.

Подготовительные работы начались с разработки новой конструкции вибратора Герца. Опыты, произведенные в Кронштадтской гавани, дали для такого вибратора дальность 300 сажен, при искре около 1 *см*. В этих опытах чувствительная трубка заключала в себе железный порошок.

Дальнейший успех дала несколько измененная конструкция трубки. Мелкий стальной бисер, насыпанный вместо железного порошка, значительно поднял чувствительность приемной системы, и то же расстояние в 300 сажен было легко получено при искре в 4—5 *мм*.

Теперь для увеличения дальности осталось еще одно средство— увеличить мощность вибратора. Вибратор большой мощности, сделанный А. С. Поповым, имел вместо шаров диски особой формы, диаметром немного меньше одного метра. Искровой промежуток в новом вибраторе был устроен между двумя шляпками диаметром 10 *см*, причем искра, как и в первом вибраторе, происходила в масле. На этом подготовительные работы были, к сожалению, закончены, и Александр Степанович уехал в Нижний-Новгород. Поэтому сами опыты в летнюю кампанию 1897 г. мне пришлось проводить уже одному, в его отсутствии.

...О ходе всех опытов я регулярно информировал Александра Степановича и получал от него в каждом случае исчерпывающие указания и советы о том, как провести те или иные практические испытания. Так, например, в письме от 21 июня 1897 г. он писал мне из Нижнего-Новгорода:

«...При употреблении нашего прерывателя я боюсь немного за спираль, чтобы не остался как-нибудь замкнутым ток надолго, хорошо бы ввести предохранитель, который нагреванием известил бы об оплошности... Шары в вибраторе должны быть сплошные — из латуни...»

«Что касается самого когерера, то уже пока не знаю, что сказать. Попробовать никелевые опилки не мешает, что же касается пустоты, то вряд ли нужно с ней спешить...»

А почти через месяц в другом письме, от 11 июля 1897 г., Александр Степанович дал мне вполне конкретные указания:

«...Интересует меня также результат опытов с нашим вибратором, но со шляпками большого диаметра. Чтобы из них извлечь полезное заключение, необходимо сравнить действие вибратора при одинаковой с малыми шляпками длине искры. Если обстановка ваших опытов позволяет пустить в дело самую большую спираль, например, для опыта между „Африкой“ и „Европой“, то это было бы желательно...»

Опыты были закончены установкой телеграфного сообщения между учебным судном „Европа“ и крейсером „Африка“.

«...Очень обрадован я был вашим последним письмом,— писал мне Александр Степанович 24 июня 1897 г.— Если бы ничего больше не было получено в нынешнем году, то для интереса зимних опытов достаточно... В дальнейшем важны только сравнительные результаты разных форм вибраторов и влияние резонатора...»

Летние опыты, проведенные мною под непосредственным, хотя и заочным руководством А. С. Попова, дали изобретателю богатейший материал для дальнейших экспериментов. Они обнаружили и ряд

недостатков при использовании приборов беспроволочного телеграфирования в судовой обстановке. Оказалось, что металлические снасти поглощают значительную часть энергии, излучаемой отправительной станцией и, таким образом, как бы закрывают приемный провод от электромагнитных волн. Кроме того, опыты 1897 г. выдвинули на первый план вопрос о наивыгоднейшей форме вибратора для судовой отправительной станции.

Все эти вопросы были успешно разрешены в следующем, 1898 г. (П. Н. Рыбкин, Десять лет с изобретателем радио. Страницы воспоминаний. Под редакцией А. И. Берга. Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио. М., 1945, стр. 31—34.)

38 (к стр. 111). Это наблюдение было сделано за четверть века до того, как в мировой литературе появились сведения о рассеянии и отражении электромагнитных волн предметами, лежащими в основе современной радиолокации.

39 (к стр. 112). См. примеч. 18.

40 (к стр. 113). Эту сумму А. С. Попов испрашивал в апреле месяце, обратившись за соответствующим ходатайством к заведующему Минным офицерским классом В. Ф. Васильеву. Последний 21 апреля в рапорте Главному инспектору минного дела контр-адмиралу Н. И. Скрыдлову писал:

«Преподаватель Минного офицерского класса А. Попов предложил свой труд для производства предварительных опытов по телеграфированию без проводов в бóльших размерах, чем он производил до сего в кабинетах класса.

При этом же г. Попов заявил мне, что производство этих опытов в принципе одобрено Вашим превосходительством, и потому просит моего ходатайства перед Вашим превосходительством об отпуске ему, г. Попову, на расходы по тем опытам авансом из сумм Технического комитета до трехсот (300) рублей под его расписку и отчет» («Изобретение радио А. С. Поповым», стр. 67). В начале мая месяца Скрыдлов сообщил Васильеву, что управляющий Морским министерством (им был тогда П. П. Тыртов) разрешил ассигновать эту сумму.

41 (к стр. 114). ЦГАВМФ, фонд МТК, д. 53, ч. 1, 1898, л. 34. Впервые опубликовано в книге «А. С. Попов. Сборник документов», стр. 109—111.

Во время опытов 1898 г. П. Н. Рыбкин изо дня в день вел записи, составившие журнал испытаний телеграфа без проводов в Минном офицерском классе в кампанию 1898 г. («А. С. Попов. Сборник документов», стр. 102—105). Кроме того, опубликован еще Отчет комиссии о результатах испытаний беспроволочного телеграфа в кампанию 1898 г. (там же, стр. 107—108).

42 (к стр. 114). Катером командовал А. И. Берлинский. В 1925 г., когда широко праздновалось 30-летие радио, А. И. Берлинский напечатал свои воспоминания, приводимые ниже:

«Командуя, как адъютант главного командира и штаба Кронштадтского порта, яхтой „Рыбка“ (1896—1899 гг.), я в 1896 г. летом получил приказание от главного к-ра поступить с яхтой в распоряжение для опытов проф. А. С. Попова, бывшего с 1887 г. преподава-

телем электротехники в Минном офицерском классе в Кронштадте. Александр Степанович поставил на „Рыбке" свои весьма несложные, простые приборы, состоявшие из металлического абажура-приемника с медными проводами, устанавливаемого на яхте на передней мачте, примерно, на 14 футов от палубы, и ящика на корме, к которому шли провода от абажура с мачты; отправитель энергии — второй металлический абажур — устанавливался на стенке у ворот средней гавани, и яхта то приближалась, то отходила от ворот.

Александр Степанович вел опыты единолично, персонально никто ему не помогал. Я, как командир, был занят исключительно маневрированием судна и не мог отвлекаться опытами, так как место это очень бойкое, фарватер узкий, и то и дело приходилось давать дорогу буксирам, проходящим мимо, или входящим в гавань судам.

Опыты эти протекали всегда у профессора А. С. удивительно удачно, видно было, что для него все ясно, что он шел по правильному пути уверенно, не терялся, не искал, а сохранял всегда добродушную ласковость, простоту и исключительную скромность, скажу больше,— застенчивость. При опытах на нашем приемнике должна была появиться искра,— и вот как он, уверенный в своем ученом открытии, добродушно улыбался, а я радовался его успеху и гордился им.

Эти опыты продолжались в течение одного летнего месяца и были закончены А. С. Поповым с полной успешностью, полной победой; а ведь военное ведомство находило первоначально его проект „утопией".

Всякая страна гордится трудами своих великих ученых, имеющих мировое значение, воздвигая им памятники и создавая институты и ученые дома их имени.

Не поддается даже учету то благодеяние, которое оказал всему человечеству гений нашего соотечественника проф. А. С. Попова, заслужив бессмертную славу и благодарность всех народов» (журнал «Друг радио», 1925, № 5—6, стр. 6—7).

43 (к стр. 117). ЦГАВМФ, фонд МТК, Минный отдел, д. 53, ч. 1, 1898 г., лл. 31—33. Впервые опубликовано в сборнике: «Изобретение радио А. С. Поповым», М., 1945, стр. 109—111.

44 (к стр. 118). Слаби Карл Генрих Адольф (Slaby Carl Heinrich Adolf, 1849—1913), немецкий физик, пионер радиотехники в Германии. О нем см. Почтово-телеграфный журнал. Отдел неофициальный, 1913, май, стр. 420—423 и воспоминания т. Угримова: «На заре радио» (журнал «Говорит СССР», 1935, № 9, стр. 10).

45 (к стр. 118). До своих выступлений в защиту прав Попова, Е. Дюкрете в конце 1897 г., по свидетельству проф. Н. Н. Георгиевского, обратился к А. С. Попову с просьбой сообщить необходимые сведения. Русский ученый ответил письмом, набросок которого сохранялся у Н. Н. Георгиевского, бывшего первым ассистентом А. С. Попова и поддерживавшего с ним тесные дружеские отношения до его кончины.

«По сохранившемуся у меня черновику,— писал Н. Н. Георгиевский,—привожу следующую выдержку из его письма на имя Е. Дюкрете, написанного в конце 1897 г.'

„Я не располагаю никакими печатными работами, которые могут доказывать мое участие в практическом решении задачи телеграфирования без проводников, кроме известной Вам статьи (см. стр. 59.— *М. Р.*).

Я, однако, считаю эту статью достаточной для заключения о тождестве составных частей и расположения их в моем приборе и в приемной станции г. Маркони. Приемный проводник, соединение трубки с землей, вредное влияние искры, значение самоиндукции указаны на стр. 9, 10, 12.

В январе 1896 г. я демонстрировал свой прибор в Кронштадтском отделении Технического общества и говорил о желательности испытаний моего прибора на значительных расстояниях; при этом я показывал действие прибора в таком опыте: в одной из зал был установлен вибратор Герца, а прибор со звонком был на легкой переносной подставке, полюсы трубки были снабжены для резонанса листами цинка одного размера с листами вибратора. Прибор, носимый по аудитории и удаленный в заключение в крайние комнаты здания, все время отвечал на заранее определенные звонковые сигналы.

В марте мною был демонстрирован прибор для оптических опытов с электромагнитными лучами: отражение, преломление, действие решетки и вращение плоскости поляризации слоистым деревом.

В сентябре 1896 г. в ежедневной прессе появились первые известия об опытах г. Маркони, при этом сущность прибора оставалась в секрете, и специальные журналы терялись в догадках о новом открытии. Тогда я напечатал в местной газете письмо (см. стр. 74.— *М. Р.*), в котором напомнив о своем приборе, указал, что в записях гроз моим прибором есть такие, которые произведены разрядами, происшедшими не ближе 30 километров, что сигнализация помощью искусственно произведенных разрядов в пределах мили возможна, и что, по всей вероятности, прибор г. Маркони сходен с моим". («Электричество», 1925, № 4, стр. 215).

Переписка между А. С. Поповым и Е. Дюкрете еще не опубликована. Но несомненно, что последний получил из России еще и другие сообщения, как это видно из приводимых ниже выдержек из его выступления 21 января 1898 г. во французском физическом обществе:

«...Я не буду описывать опытов Герца, показавших, что электрические волны пронизывают изолирующие среды, что можно заставить их отражаться, преломляться, интерферировать, диффрагировать и придать им поляризацию прямолинейную, эллиптическую и круговую; опыты по распространению на расстояние позволяют нам подойти к описанию герцевой телеграфии без проводов, осуществленной в 1895 году русским ученым профессором Поповым...

Прибор, описанный и реализованный в 1895 г. профессором А. Поповым, был применен для регистрации электрических волн, производимых атмосферными возмущениями, и для передачи на большое расстояние телеграфных сигналов, регистрируемых приемником. Начиная с 1895 г., Попов в своих публикациях и в демонстрациях русским ученым обществам показал, что его прибор сможет быть применен практически во флоте для передачи сигналов на большое расстояние.

Для увеличения чувствительности своего прибора г. Попов соединял один из электродов радиокондуктора Бранли с проволокой, прикрепленной изолированно к верхушке мачты; второй электрод соединен с землей. То же приспособление может быть применено и к шарикам разрядника осциллятора...

Изолированный проводник приемного аппарата является коллектором электрических волн, излученных в пространство; у передатчика он является излучателем. Их общая длина может подбираться и меняться сообразно с преодолеваемым расстоянием. Для двойных станций с помощью переключателя мачты попеременно выполняют обе эти функции...

Мы теперь знаем все отдельные органы, составляющие систему телеграфирования без проводов, изобретенную и примененную Поповым...

Преодоленные расстояния в первых опытах г. Попова составили 1500 метров, позднее — 5 километров над морем, с вертикальной проволокой в 18 метров высотой. Работы Попова ни разу не прерывались...» («Изобретение радио А. С. Поповым», стр. 100—101).

46 (к стр. 119). Для пользы дела А. С. Попов считал необходимым лично ознакомиться с тем, что делается за рубежом, и 12 апреля 1899 г. обратился к председателю Морского технического комитета с следующим прошением:

«Для опытов телеграфирования без проводников, предположенных в кампанию нынешнего года на судах Черноморского флота, кроме специальных приборов, необходимы заказы ценных индукционных катушек за границею. Между тем, в течение минувшего года было сделано много новых усовершенствований в этих приборах, экспонированных различными фирмами в иностранных ученых обществах и выставках, но не имеющихся еще в России. Для достижения наилучших результатов предполагаемых опытов очень важно воспользоваться новыми приборами, обещающими, кроме того, и значительную экономию стоимости устройства станций телеграфирования без проводов. Заочное приобретение новых приборов представляет, однако, некоторый риск; вследствие этого я считал бы полезным в начале мая посетить Париж для ознакомления со всеми приборами, касающимися этого дела и не составляющими никакого секрета; кроме того, я имею возможность ознакомиться со всеми сделанными фирмой Дюкрете в Париже опытами телеграфирования и, по всей вероятности, с опытами и приборами профессора Слаби в Шарлотенбурге. В Германии же в настоящее время образовалось несколько новых фабрик, изготовляющих специально для рентгеновских лучей трансформаторы, применимые и в телеграфировании без проводников. Ознакомление с этими фирмами может быть очень полезно и на случай возможного в будущем изготовления этих приборов в России.

Попутно я имел бы возможность ознакомиться с постановкой практической части учебного дела в иностранных электротехнических институтах, что я считаю весьма полезным и нужным в виду возложенного на меня с нынешнего года преподавания электротехники в Минном офицерском классе.

В виду вышеизложенного прошу Ваше превосходительство ходатайствовать о назначении мне командировки за границу в течение одного месяца.

Преподаватель Минного офицерского класса *А. Попов.*
Апрель 12 дня 1899 г.»

Ходатайство А. С. Попова было поддержано Морским техническим комитетом, и командировка была разрешена с 10 мая.

Из материалов, относящихся к этой поездке, особый интерес представляет письмо А. С. Попова к П. Н. Рыбкину, посланное 1 июня из Парижа:

«...Все, что можно,—писал изобретатель радио,— увидел и узнал, говорил со Слаби и видел его приборы, был у Блонделя на станции в Булони, одним словом, все, что можно, узнал и вижу, что мы не очень отстали от других...» (А. С. Попов в характеристиках и воспоминаниях современников, 1958, стр. 292).

47 (к стр. 122). А. С. Попов. Сборник документов, стр. 123—130.

48 (к стр. 123). Вот что об этом рассказывает П. Н. Рыбкин:

«КАК ОТКРЫЛИ ПРИЕМ НА СЛУХ

1899 год должен быть особо отмечен в истории изобретения радио. 10 июня этого года была случайно обнаружена возможность приема сигналов беспроволочного телеграфа на телефон. Открытие приема на слух значительно упростило схему приема и увеличило чувствительность, вследствие чего даже те, кто еще сомневался в успехах нового средства связи, стали ревностными его поклонниками. Произошло это при таких обстоятельствах.

В 1899 году Главное инженерное управление разрешило вести опыты по радиотелеграфу между портами крепости Кронштадта. Но так как Александр Степанович в это время должен был выехать в заграничную командировку, то проведение опытов он поручил мне и начальнику крепостного телеграфа капитану Д. С. Троицкому.

Последние дни перед отъездом Александра Степановича были посвящены разработке с ним программы наших летних опытов. Инструкция, которую оставил он мне, гласила:

А. Практика змеев и техника пускания.

Б. Испытания:

а) зависимость между расстоянием и высотой мачты;

б) испытание трубок с новыми опилками;

в) испытание нового реле;

г) подготовка сухопутных и морских команд;

д) влияние емкости наверху;

е) влияние самоиндукции в приемной проволоке миноносца.

Первые подготовительные опыты было решено сосредоточить на форте „Константин", где была удобная мачта, и на ближайшем к нему форте „Милютин".

Однако приемный провод, какой позволяла поднять мачта высотой в 14 *м*, установленная на форте „Милютин", получал по-видимому, слишком, мало энергии для чувствительной трубки, так как

реле совершенно не отзывалось наимпульсы, посылаемые с форта „Константин". Для выяснения причины было решено проверить исправность приемной цепи. И вот при этой попытке телефон, введенный мною вместо реле, вдруг отчетливо обнаружил все посылаемые сигналы.

Для повторения опыта 31 мая была приготовлена шлюпка с небольшой мачтой. Перед отходом шлюпка стояла перед самым фортом „Константин", т. е. вблизи отправительной станции, но телефон на этот раз не обнаруживал ни одного сигнала. Единственное объяснение неудачи заключалось в том, что энергия, действовавшая на чувствительную трубку, была слишком велика.

Проверочный опыт, произведенный в физическом кабинете Минного класса, вполне подтвердил это предположение.

Две спирали по очереди посылали сигналы. Одна спираль работала на малую искру, другая на большую, и приемник, поставленный в конце комнаты, обнаруживал только сигналы, посылаемые малой энергией. Таким образом, было установлено новое свойство чувствительной трубки, построенной А. С. Поповым, а именно, что эта трубка от слабых импульсов также изменяет сопротивление, но столь незначительно, что по прекращению воздействия снова приходит в первоначальное состояние и, следовательно, восстанавливает способность принимать следующий импульс. Последнее обстоятельство дало возможность обходиться без ударника, обнаруживая посылаемые сигналы на телефон, причем схема приемной станции значительно упростилась.

Чувствительность нового способа приема вскоре получила новое подтверждение. 11 июня были приняты сигналы на расстояние 36 *км* между фортом „Константин" и селением „Лебяжье",причем приемный провод был высоко поднят при помощи змея.

О всех этих непредвиденных результатах своих опытов я решил немедленно известить Александра Степановича и отправил ему за границу телеграмму: «Открыто новое свойство когерера».

Несмотря на краткость сообщения, Попов догадался об исключительной важности сделанного мною открытия и, отменив предполагавшуюся поездку в Швейцарию, 14 июня возвратился в Кронштадт. Здесь он лично провел все опыты и разработал схему телефонного приемника. Впоследствии он получил на него патент не только в России, но и в Англии и Франции.

Во время своей командировки Александр Степанович старался как можно больше и подробнее узнать о всем том, что интересного делается за границей в области беспроволочного телеграфа. Например, в одном из своих писем ко мне он сообщает из Парижа...» (далее следует текст, приведенный на стр. 203.—*М. Р.*).

«Однако стоило только Попову возвратиться в Россию и познакомиться с результатами наших летних опытов, как он увидел, что мы не только не отстаем от заграницы, но после открытия приема на слух имеем уже гораздо большие достижения.

— Возможность приема сигналов на слух,— заявил Александр Степанович,— дает беспроволочному телеграфу колоссальные преимущества.

Открытие телефонного приема далеко раздвинуло пределы радиосвязи, и после этого новые завоевания в области радио стали быстро следовать одно за другим». (П. Н. Рыбкин, Десять лет с изобретателем радио, стр. 36—40.)

49 (к стр. 123). Речь идет о переписке известного изобретателя в области телеграфии и телефонии Д. Э. Юза (Hughes David Edward, 1831—1900) с историком радиотехники Фаи (Fahie). См. по этому поводу стр. 12.

50 (к стр. 130). Патент на новое изобретение был выдан А. С. Попову более, чем через два года, когда он уже переехал из Кронштадта в Петербург, где он занял кафедру физики в Электротехническом институте. Об этом свидетельствует следующий документ:

«Патент на привилегию Попова А. С.

30 ноября 1901 г.

№ 6066.

По указу Его императорского величества

привилегия сия выдана профессору Электротехнического института Александру Попову, проживающему в С.-Петербурге, на приемник депеш, посылаемых с помощью электромагнитных волн, во всем согласно с приложенным к сему описанием и указанными в нем отличительными особенностями, по прошению, поданному 14 июля 1899 г.

Действие сей привилегии простирается на 15 лет от нижеписанного числа, при соблюдении следующих условий: 1) ежегодной уплаты пошлины за привилегию не позднее 30 ноября; 2) проведении означенного изобретения в действие в России и представления о сем в Отдел промышленности удостоверения подлежащего начальства не позднее 30 ноября 1906 г.

Правительство не ручается ни в принадлежности изобретений и усовершенствований просителю, ни в пользе оных, но выдачею сего патента лишь удостоверяет, что на упомянутое изобретение прежде сего никому другому в России не было выдано привилегии.

В уверении чего выдан сей патент за надлежащим подписанием и приложением печати.

Подписал: за министра финансов товарищ министра В. Ковалевский

Скрепил: управляющий Отделом промышленности Н. Ланговой

Верно: столоначальник Н. Гагарин» («А. С. Попов. Сборник документов», стр. 133—134).

51 (к стр. 132). Доклад был опубликован в «Трудах Первого Всероссийского электротехнического съезда», Спб., 1901, т. II, стр. 288—309.

Доклад был прочитан на Соединенном Собрании VI (электротехнического) отдела Русского технического общества и Первого Всероссийского электротехнического съезда. На собрании председательствовал профессор Н. Г. Егоров. В журнале (протоколе) записано:

«6) А. С. Попов прочел доклад: „Телеграфирование без проводов", иллюстрированный прекрасными опытами.

Группа XI. № 6066. 30 Ноября 1901 г.

ОПИСАНІЕ

пріемника депешъ, посылаемыхъ помощію электромагнитныхъ волнъ.

Къ привилегіи профессора электротехническаго института Императора Александра III А. Попова, въ г. С.-Петербургѣ, заявленной 14 Іюля 1899 года.

Предлагаемый пріемникъ депешъ, посылаемыхъ телеграфнымъ аппаратомъ Морзе безъ помощи проволокъ посредствомъ электромагнитныхъ волнъ, производимыхъ вибраторомъ какой-либо извѣстной конструкціи, представляетъ комбинацію телефона съ чувствительной трубкой (когереромъ).

Какъ извѣстно, трубка, содержащая металлическія опилки, измѣняетъ свое сопротивленіе электрическому току подъ дѣйствіемъ электромагнитныхъ волнъ, встрѣчающихъ трубку непосредственно, или воспринимаемыхъ особыми пріемными проводниками, связанными съ трубкой. Это измѣненіе сопротивленія наступаетъ мгновенно и сохраняется послѣ дѣйствія электромагнитной волны; чтобы уничтожить проводимость опилокъ, нужно встряхнуть трубку. Этими свойствами чувствительной трубки и пользуются для телеграфированія безъ проволокъ по системѣ Морзе. Если въ цѣпь чувствительной трубки, на пріемной станціи, включить, вмѣсто телеграфнаго пріемника Морзе, телефонъ, то, при замыканіи тока подъ дѣйствіемъ электрическихъ импульсовъ на трубку, въ телефонѣ слышится трескъ, соотвѣтствующій всякому разряду посылающей станціи. Послѣдовательные разряды дадутъ длинные и короткіе сигналы, и такимъ образомъ можетъ быть принята на слухъ депеша, посланная азбукой Морзе. При этомъ характеръ дѣйствія прерывателя индукціонной спирали настолько сохраняется, что можно безъ труда отличать депеши различныхъ станцій, если онѣ достигаютъ данной станціи въ разное время. Не всякая трубка можетъ служить для пріема колебаній; повидимому, для дѣйствія трубки, въ указанномъ смыслѣ, необходима извѣстная степень окисленія металла, служащаго въ ней, его твердость и самый видъ зеренъ металла. Но трубка съ платиновыми электродами и раздавленнымъ или растолченнымъ стальнымъ бисеромъ всегда удовлетворяетъ своему назначенію: при слабыхъ импульсахъ, которые даетъ электромагнитная волна на большихъ разстояніяхъ, очень рѣдко наблюдается полное сцѣпленіе зеренъ, легко устраняемое легкимъ сотрясеніемъ. Трубка такой формы пригодна для дѣйствія безпроволочнаго телеграфа, но при комбинаціи ея съ телефономъ пріемъ депешъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, возможенъ на разстояніяхъ значительно большихъ. Единственное условіе, которое нужно соблюсти при пользованіи телефоннымъ пріемникомъ — это защитить чувствительную трубку отъ рѣзкихъ толчковъ во время пріема депеши; для этого достаточно укрѣпить трубку на мягкой резинѣ, напримѣръ, помѣстить ее на концѣ каучуковой трубки, или подвѣсить ее на тонкихъ резиновыхъ полоскахъ. Для большей отчетливости восприятія звука слѣдуетъ имѣть два телефона, чтобы защитить ухо принимающаго депешу отъ постороннихъ звуковъ, хотя дѣйствіе телефона часто бываетъ такъ громко, что не нужно прикладывать его къ уху.

На чертежѣ, фиг. 1 изображаетъ устройство употребляемой въ комбинаціи съ телефоннымъ пріемникомъ чувствительной трубки. Внутри легкой стеклянной трубочки,

Рис. 5. Фотокопии патентного описания устройства для прис-

N° 2797  A.D. 1900

Date of Application, 12th Feb., 1900—Accepted, 7th Apr., 1900

COMPLETE SPECIFICATION.

Improvements in Coherers for Telephonic and Telegraphic Signalling.

I, ALEXANDER STEPHANOVICH POPOV, of Cronstadt, Russia, Professor, do hereby declare the nature of this invention and in what manner the same is to be performed, to be particularly described and ascertained in and by the following statement:—

The improved receiver of messages sent into space by means of electromagnetic oscillations, is based upon Branly's discovery of the tubes filled with filings known as coherers or radioconductors and presenting a great resistance to the passage of electric currents and adapted to become suddenly conductors when influenced by electric oscillations, even when these oscillations have but little strength, which reach said tubes either directly or through conductors secured to the tubes, said conductors serving to collect the electric waves.

The change of resistance is ordinarily accomplished instantaneously and continued after the passage of the electric oscillation, in order to stop the conductibility of the metal filings, as quickly as is possible, the tube is ordinarily shaken or jogged, and to this end automatic devices have been invented.

My improved receiver comprises the omission of this means for restoring the resistance of the filings, and it will be sufficient to compose my tube with the result to be obtained in view. The result has a real importance and is attained by composing the tube of a conducting chain formed of carbon and metal portions placed alternately and having what is known as "free microphonic contacts." Thus the changes or variations of the resistance are less considerable, and of shorter duration and constancy. At the first influence, the resistance of such radioconductors decreasing, it maintains still a certain value, and during all the time of the influence of electric oscillation, said resistance will be varying without it being necessary to shake or jog the tube. These variations of the resistance are easily perceived in the telephone.

Under these conditions, the arrangement of the improved receiver, according to the accompanying drawings illustrating the invention by way of example, embodies in its main portion,—a circuit composing the tube filled with filings, one or more elements of a battery, one or more telephonic apparatus in which the operator hears special sounds, which are dry, short or long and correspond to each discharge at the transmitting station; thus at the receiving station I obtain a good reception of the signs of the Morse code. The character of the action of the switch for the induction coil is not at all affected and it is thus possible to distinguish from each other, cablegrams transmitted by different stations and received at different moments.

The employment of the telephone in connection with Hertz's sounding board at micrometric intervals has been realized by Mr. Turpin, but this arrangement is convenient only for classic experiments at short distances, and cannot be combined with my system of tube (special radioconductor) filled with steel grains, having free contacts, and producing the shortest distances between them which cannot be obtained by any Hertzian sounding board. My improved device enables me to transmit messages without conducting-wires to very great distances.

[*Price 8d.*]

ма на слух радиосигналов (русского и английского).

Н. Г. Егоров указал, как на редкое явление, на то, что А. С. Попов, который свое открытие сделал ранее открытия Маркони, между тем как большая доля известности досталась этому последнему, не потерял спокойствия духа и, сохраняя полную самоуверенность, продолжает самостоятельно, непрерывно расширять область своих исследований и опытов, которые, как видно из прочитанного доклада, уже привели его к практическому пользованию телефонами. Несомненно, телефон позволит увеличить расстояние для телеграфирования, без проводов, а упростив и удешевив манипуляции телеграфирования, он позволит и скромному коммерческому судну воспользоваться драгоценными качествами герцевских волн. А. С. Попов, сделавший крупный шаг в науке об атмосферном электричестве устройством регистрирующего грозоотметчика, не остановился перед трудностями для практического применения идеи грозоотметчика к телеграфированию без проводов.

Выражая от имени присутствующих искреннюю благодарность А. С. Попову за интересный доклад, Н. Г. Егоров поздравил его с достигнутыми им результатами и пожелал ему большого славного успеха в дальнейшей разработке одной из капитальных практических задач.

Собрание благодарило докладчика единодушными продолжительными рукоплесканиями» (Труды Первого Всероссийского электротехнического съезда 1899—1900 гг. в С.-Петербурге, Спб., 1901, т. 1, стр. 289—290).

Егоров Николай Григорьевич (1849—1919), физик. Он одним из первых начал изучать область электромагнитных волн, как только был опубликован мемуар Герца «О весьма быстрых электрических колебаниях», и продемонстрировал добытые результаты в России (Физико-химическом обществе и на VIII съезде русских естествоиспытателей и врачей) и во Франции.

По инициативе Н. Г. Егорова и под его руководством в 1887 г. были отправлены экспедиции во все концы России для наблюдения солнечного затмения; участником одной из этих экспедиций — Красноярской — был А. С. Попов.

Будучи председателем VI отдела (электротехнического) Русского технического общества, Н. Г. Егоров принимал активное участие в борьбе за отечественный приоритет изобретения беспроволочного телеграфа. В этой борьбе он принимал участие и после смерти А. С. Попова, состоя членом возглавляемой О. Д. Хвольсоном Комиссии по вопросу о научном значении работ А. С. Попова. Доклад Комиссии «Участие А. С. Попова в возникновении беспроволочной телеграфии» был сделан 11 ноября 1908 г. на 268 (318) заседании Физического отделения Русского физико-химического общества О. Д. Хвольсоном и Н. Г. Егоровым (ЖРФХО, 1909, т. XLI, ч. физ., вып. 2, стр. 111).

52 (к стр. 132). Фарадей Михаил (Faraday Michael, 1791—1867), английский физик и химик.

Открытием электромагнитной индукции Фарадей заложил основы современной электротехники. Но не только экспериментальными исследованиями в области электричества (и работами по сжижению

газов) Фарадей вошел в историю науки. Необычайно важны были и его естественнонаучные представления, совершившие полный переворот в воззрениях на электрические явления, так как они заставили перенести все внимание с тел, между которыми происходят эти явления, на среду, окружающую наэлектризованное тело. Учение Фарадея о магнитных и электрических силовых линиях оказалось исключительно плодотворным и послужило основанием, по которому Дж. Клерк Максвелл (см. сл. прим.) теоретически предсказал, а Генрих Герц экспериментально обнаружил существование свободных электрических волн. Как оказалось впоследствии, сам Фарадей еще в 1832 г. был близок к тому, что восторжествовало в науке более полувека спустя. Сравнительно недавно было опубликовано письмо Фарадея Королевскому Обществу (русский перевод см. Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук, 1938, № 5, стр. 122).

Письмо было сопровождено следующей надписью на конверте: «Новые воззрения, подлежащие в настоящее время хранению в запечатанном конверте в архивах Королевского Общества». Текст письма гласил:

«Некоторые результаты исследований, описанные в двух статьях под заглавием „Экспериментальные работы с электричеством", недавно доложенные в Королевском Обществе (речь идет о мемуарах, трактующих о явлении электромагнитной индукции.— *М. Р.*), и вопросы, вытекающие из них, в связи с другими взглядами и опытами, привели меня к заключению, что на распространение магнитного действия требуется время, т. е. при действии одного магнита на другой отдаленный магнит или кусок железа — влияющая причина (которую я позволю себе назвать магнетизмом) распространяется от магнитных тел постепенно и для своего распространения требует определенного времени, которое, очевидно, окажется весьма незначительным. Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом.

Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной поверхности или же на звуковые колебания частиц воздуха, т. е. я намерен приложить теорию колебаний к магнитным явлениям, как это сделано по отношению к звуку и является наиболее вероятным объяснением световых явлений.

По аналогии я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции. Эти воззрения я хочу проверить экспериментально, но так как мое время занято исполнением служебных обязанностей (в Королевском институте.— *М. Р.*), что может вызвать промедление с опытами, которые в свою очередь могут явиться предметом наблюдения, я хочу, передав это письмо на хранение Королевскому Обществу, закрепить открытие за собой определенной датой и, таким образом, иметь право, в случае экспериментального подтверждения, объявить эту дату датой моего открытия. В настоящее время, насколько мне известно, никто из ученых, кроме меня, не имеет подобных взглядов.

М. Фарадей

Королевский институт, 12 марта 1832 г.»

53 (к стр. 132). Максвелл Джемс Клерк (Maxwell James Clark, 1831—1879), английский физик пришел к исключительно важным выводам, выдвинув электромагнитную теорию света. Считая свет явлением электромагнитным, Максвелл теоретически предсказал, что электрические волны должны распространяться со скоростью, равной отношению электромагнитных и электростатических единиц; как известно, эта величина совпадает с величиной скорости света (около 300 000 *км* в секунду).

Для области связи, отцом которой является А. С. Попов, исключительное значение имела идея Максвелла о свободных электромагнитных волнах, в реальности существования которых ученый мир убедился после экспериментальных изысканий Генриха Рудольфа Герца. Но это произошло через целое десятилетие после смерти Максвелла.

54 (к стр. 145). Статья была напечатана в январе 1897 г. (см. стр. 74).

55 (к стр. 147). Тесла Никола (1857—1943). Серб по происхождению, Тесла переехал двадцати семи лет в Америку; до этого служил в Австрийском телеграфном и телефонном ведомстве и работал на электротехнических предприятиях в Будапеште и Париже.

56 (к стр. 154). Фессенден Реджинал Обри (Fessenden Reginal Aubry, 1866—1932), американский электротехник и химик.

57 (к стр. 157). Исключительно важной была передача предписания начальника Главного морского штаба Ф. К. Авелана «Апраксину» выйти в море для спасения рыбаков, унесенных на льдине. Об этом см. письмо А. С. Попова адмиралу С. О. Макарову (стр. 159).

58 (к стр. 157). Статья представляет собой заявление Парижской Академии наук о приоритете изобретения приема на слух. Заявление было оглашено в Академии 9 апреля и о нем в Comptes Rendus (1900, т. CXXX, стр. 1041) была напечатана краткая заметка.

59 (к стр. 157). Томасина Том (Tomasina Thomas)—французский физик.

60 (к стр. 158). Речь идет об о. Кутсала, близ г. Котки, на северном побережье Финского залива.

61 (к стр. 159). С. М а к а р о в, «Ермак» во льдах. Описание постройки и плаваний ледокола «Ермак» и свод научных материалов, собранных в плавании СПБ, 1901, стр. 330—331. Черновик этого письма находится у наследников А. С. Попова. См. статьи Г. А. К ь я н д с к о г о: «Первая линия радиосвязи», журнал «Радио», 1947, № 5, стр. 20.

62 (к стр. 159). Вот что об этом рассказывает П. Н. Рыбкин:

«Первое практическое применение радиотелеграфа имело место в январе 1900 г. Поздней осенью 1899 г. броненосец береговой обороны «Генерал-адмирал Апраксин» сел на камни у острова Гогланда. Для успешной работы по спасению корабля надо было связать остров Гогланд с материком; эта работа была поручена А. С. Попову и мне.

20 декабря 1899 г. были высланы две партии. В одну входили капитан 2-го ранга И. И. Залевский, П. Н. Рыбкин, минный квар-

тирмейстер Славков и телеграфисты С. Савик и Ф. Кулаков, которым поручалось оборудование радиостанции на о. Гогланде. Вторая партия отправлялась в г. Котку, на финляндский берег. В нее входили А. С. Попов, лейтенант А. А. Реммерт, капитан Д. С. Троицкий и телеграфисты Кронштадтского порта Безденежных, Кикит, Макаров, Петров, Соколов и Штафетов.

Еще перед отъездом Александр Степанович разработал инструкцию для наших радиостанций, которая сохранилась у меня до сего времени. В инструкции говорилось:

Гогланд. Станция работает с 9 ч. утра до 12 ч. дня. С 12 ч. утра до 1 часа перерыв. С 1 часа до 5 работа возобновляется.

Гогланд	Котка
От 9 ч. до 9 ч. 30 м. принимает	Посылает
От 9 ч. 30 м. до 10 ч. посылает	Принимает
От 10 ч. до 10 ч. 30 м. принимает	Посылает
От 10 ч. 30 м. до 11 ч. посылает	Принимает

Проба прожекторами от 6 до 7 ч. вечера по сигнальной судовой книге, по цифровой системе. Красный — тире, белый — точка.

Быстрота передачи между буквами — 12 секунд.

Продолжительность тире — 6 секунд, точки — 2 секунды, промежуток между точкой и тире — 6 секунд.

Если требовалось повторить сигнал, то давалось несколько точек подряд. Когда радиотелеграфист понял передачу, он посылал в ответ особый знак, состоящий из точки, тире и трех точек (.— ...). При начале работы давался вызов (дважды), состоящий из двух точек, двух тире и снова двух точек (..——..). В конце передачи один раз передавали знак вопроса.

На Финском побережье станция беспроволочного телеграфа была устроена довольно быстро. Ее оборудовали в домике службы связи Балтфлота, на острове Кутсало, вблизи г. Котка. Труднее пришлось нам на Гогланде. Здесь, вблизи „Апраксина", никакого жилья не было и радиостанцию пришлось устраивать на голом утесе, в версте к северу от броненосца. Прежде чем приступить к строительству станции на Гогланде, надо было доставить на утес массу строительного материала, привезенного на „Ермаке" из Ревеля.

Выбранный нами утес, возвышаясь на 82 фута над уровнем моря, выступал значительно дальше других мысов, и вершина его представляла ровную площадку, как раз достаточную, чтобы установить на ней телеграфную мачту и домик.

К полудню 5 февраля (23 января) на утесе уже красовалась телеграфная мачта в 165 футов вышиной, совершенно вооруженная и укрепленная от любых бурь и непогод. Поспел и домик — настоящий жилой дом в две комнаты, с двойными оконными рамами, хорошей печью, проконопаченный и весь обшитый толем снаружи и папкой внутри. В тот же день на станцию доставил и приборы и аккумуляторы и, разместив все по местам, привели станцию в полную готовность.

Однако начать работу на радиостанции удалось не сразу. Капитан 2-го ранга И. И. Залевский дал мне указание открыть радио-

связь только 6 февраля в день именин великой княжны Ксении Александровны, сестры царя, которая являлась „августейшим шефом" броненосца „Генерал-адмирал Апраксин".

Было составлено специальное поздравление великой княжне от офицеров броненосца, и это поздравление я должен был отправить, как первую радиограмму.

Но вот наступило и 6 февраля (24 января). Я уже собрался вызвать радиостанцию Котки, как в наушниках неожиданно услышал встречную телеграмму. Это передавал сам Попов. Тогда я сосредоточился и тщательно стал записывать.

„24 января 1900 г. 2 часа 15 мин. дня. Командиру „Ермака". Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь. Авелан".

Нет слов передать мое изумление. Первая радиограмма — сигнал бедствия, призыв о помощи.

Забыв о стуже, я рванулся к двери и без пальто выбежал из домика. На дворе стояли рабочие и матросы. Растерявшись, я обратился прямо к ним:

— Друзья! Несчастье! Оторвало льдину с рыбаками. Они ждут помощи „Ермака". Я принял об этом депешу...

В этот момент подошел Залевский. Я подал ему бумагу и сказал:

— Вот принята первая депеша!

Залевский, внимательно прочитав депешу, передал ее для исполнения командиру „Ермака", и корабль, раскалывая огромную толщу льда, вышел для спасения людей.

В этот же день А. С. Попов известил командира Главного Кронштадтского порта адмирала С. О. Макарова об успешной работе радиотелеграфа. В ответ Макаров прислал поздравительную телеграмму, в которой писал:

„От имени всех кронштадтских моряков сердечно приветствую вас с блестящим успехом вашего изобретения. Открытие беспроволочного телеграфного сообщения от Кутсало до Гогланда на расстоянии 43 верст есть крупнейшая научная победа".

Так начала свою работу первая в России линия практической радиосвязи». (П. Н. Рыбкин, Десять лет с изобретателем радио, стр. 41—47.)

63 (к стр. 160). Congrès international d'électricité 18—25 août 1900 Annexes. Paris, 1903, стр. 236—240; русск. пер. — «Изобретение радио А. С. Поповым», стр. 193—195.

Доклад был прочитан М. А. Шателеном. За два года до издания трудов Конгресса были напечатаны протоколы Congres international d'électricité (Paris. 18—25 août 1900), Rapports et procés verbaux, Paris, 1901).

Заслуженный деятель науки и техники, член-корр. АН СССР М. А. Шателен был тогда официальным председателем от России на конгрессе и вице-президентом его. Воспоминания М. А. Шателена об этом напечатаны в 1945 г. («Изобретение радио С. А. Поповым», стр. 290 и сл.)

64 (к стр. 160). Об упоминавшемся уже неоднократно Д. С. Троицком, ближайшем (после П. Н. Рыбкина) помощнике А. С. Попова по

внедрению нового средства связи во флоте и в сухопутной армии, дошло очень мало известий. Ценные сведения о нем содержатся в ходатайстве А. С. Попова о награждении своего помощника. Приводимая ниже записка является важным документом, освещающим интересную страницу ранней истории радиосвязи.

«Его превосходительству Главному командиру
Кронштадтского порта

Докладная записка преподавателя Минного офицерского класса коллежского советника Попова

В период разработки приборов телеграфирования без проводников, начиная с осени 1898 г., я, с разрешения Его превосходительства Главного командира Кронштадтского порта, Коменданта крепости и Начальника Кронштадтского крепостного инженерного управления, производил опыты между фортом „Константин" и Кронштадтским морским телеграфом. С этого времени во всех моих работах по телеграфированию принимал участие и оказывал мне всякое содействие, предоставляя в мое распоряжение помещения телеграфа на фортах и личный состав телеграфистов этих станций, заведывающий Кронштадтским крепостным военным телеграфом капитан Троицкий, лично участвовавший почти во всех опытах, и, как специалист, хорошо ознакомился с делом.

Весной 1899 г., работая вместе с ассистентом Минного офицерского класса П. Н. Рыбкиным, во время одного испытания приборов между фортом „Константин" и фортом „Милютин" сделали первый опыт применения телефона к приему депеш беспроволочного телеграфа.

Совместно с нами работа капитана Троицкого продолжалась в течение всего лета, в особенности по разработке телефонного приемника. В августе во время опытов в Черном море мы могли воспользоваться услугами двух нижних чинов-телеграфистов Кронштадтской крепости, весьма опытных и хорошо ознакомившихся с новыми приборами.

Осенью 1899 г. мы продолжали опыты между Кронштадтским морским телеграфом и Ораниенбаумским берегом, где капитаном Троицким при помощи его команды была установлена небольшая мачта возле здания станции Военного телеграфа, и опять мы пользовались личным составом этой станции.

В настоящее время средствами Кронштадтского порта установлена на этом месте большая мачта, и станция служит нам для испытания приборов.

Когда зимою явилась надобность в сообщении между островом Гогландом и г. Коткой, опыты лета 1899 г. дали нам решимость предпринять таковую установку, и пред самым отправлением в экспедицию мы сделали в Ораниенбауме и на льду еще несколько опытов со змеями, и в них принимал горячее участие капитан Троицкий.

Благодаря содействию капитана Троицкого мы могли воспользоваться в г. Котке и на острове Гогланде услугами обучившихся уже нижних чинов Военного телеграфа, так как двух минных квар-

тирмейстеров, бывших в течение того же лета в моем распоряжении и обученных телеграфированию, было недостаточно для спешного устройства и постоянной службы на станциях Гогланд и Котка. Таким образом, успех первых опытов практического телеграфирования был обеспечен во многом благодаря бескорыстному участию в наших работах капитана Троицкого, тем более, что между Гогландом и Коткой мы работали с помощью телефонного приемника.

Большинство опытов, произведенных в кампанию 1899 г. на миноносце, бывшем в моем распоряжении, и приведших к введению во флоте приборов телеграфирования, осуществлено при содействии капитана Троицкого, так как обыкновенно опыты производились между фортом „Константин" и миноносцем, крейсировавшим вблизи Кронштадта.

Все участие капитана Троицкого обусловливается только его личным интересом к делу, обещающему и в сфере его деятельности встретить приложение. Все услуги капитана Троицкого до сих пор остались без всякого вознаграждения, и я решаюсь просить Ваше превосходительство возбудить ходатайство пред г. Военным министром о награждении капитана Троицкого чином подполковника, так как он близок к этому чину и награждение орденом может отсрочить производство.

Работы капитана Троицкого не ограничились только упомянутым уже содействием Морскому ведомству. В период действия беспроволочного телеграфа Гогланд и Котка я, желая устранить некоторые недостатки телефонного приемника, обнаружившиеся при долговременной работе, достиг дальнейшего улучшения телефонного приемника, вследствие чего явилась возможность надеяться на приложение этого прибора в условиях, менее благоприятных: именно в разведочных партиях и военно-полевой службе, при десанте для сообщения берега с судном и в других случаях, где могут понадобиться легкие переносные станции беспроводного телеграфа.

Для первых шагов в этом направлении были предприняты опыты весной 1900 г. ассистентом Минного офицерского класса Рыбкиным и капитаном Троицким на льду вблизи кронштадтских укреплений. Опыты скоро получили практическое направление благодаря тому, что командир Каспийского полка полковник барон Таубе предоставил охотничью команду своего полка, обучающуюся под руководством капитана Троицкого различным способам военной сигнализации, для опытов с переносными станциями беспроволочного телеграфа.

Потом, с 6-го по 9-е августа, во время подвижных сборов, бывших между г. Ораниенбаумом и г. Лугой, работали без отказа две станции, собранные из имеющихся у меня под рукой приборов от прежних опытов. Все вооружение полевых станций разработано капитаном Троицким, и все летние опыты велись под его руководством охотничьей командой Каспийского полка, состоящей из одного обученного телеграфированию офицера и нижних чинов команды. Мачты этих станций были сделаны из бамбука и при высоте, превосходящей 10 сажен, имели вес 28 фунтов; остальные приборы этих полевых станций (аккумуляторы, индукционная спираль) были распределе-

ны между тремя нижними чинами, причем вес их не превосходил 3 фунтов на человека. Вся команда каждой станции состояла из пяти нижних чинов. Установка станции требовала не более 15 минут. Не входя в оценку этих опытов с военной точки зрения, я считаю эти опыты очень важными и многообещающими для военно-полевой службы. Во время подвижных сборов опыты были показаны многим лицам, занимающим высокое положение в военном мире, но я все-таки считаю нужным просить Ваше превосходительство довести об этих опытах до сведения г. Военного министра, так как я знаю, что пока мы первые обладаем переносными приборами, все опыты в иностранных государствах как на море, так и на суше производились с приборами большой мощности, тяжелыми и неудобно переносимыми.

Испытанные прошлым летом станции требуют дальнейшего усовершенствования в деталях. Лично я занят теперь многими первостепенной важности вопросами, касающимися усовершенствования судовых станций беспроводного телеграфа, а задача разработки полевых станций — иная; поэтому я считаю долгом указать, что решение этой задачи при небольшом моем участии было бы посильно заведывающему Кронштадтским военным телеграфом капитану Троицкому, и я надеюсь на скорый успех, если будут предоставлены в распоряжение капитана Троицкого нужные средства от Военного министерства.

В решении дальнейших задач по телеграфированию без проводников на первой очереди стоит телеграфирование по выбору с любой станцией, находящейся в районе действия приборов. Эта задача, по литературным данным, близка к разрешению в Германии и Англии. Пути решения этой задачи давно намечены; необходимы только опыты, которые подготовляются теперь мной; их можно всего лучше (как показала трехлетняя практика) производить между неподвижными станциями, и необходимым условиям легко удовлетворить, произведя эти опыты вблизи Кронштадта, пользуясь отчасти опять фортами Кронштадтской крепости. При этом попутно могут быть задеты и решены вопросы о сигнализации между фортами помощью трудно повреждаемого беспроволочного телеграфа, конечно, также важные для обороны крепости.

Я могу надеяться и на дальнейшее содействие своего сотрудника капитана Троицкого, в особенности, если мое ходатайство о награждении его увенчается успехом». („Изобретение радио А. С. Поповым", стр. 211—213).

65 (См. стр. 122).

66 (к стр. 165). Корню Мари Альфред (Cornu Marie Alfred, 1841—1902), французский физик, член Парижской Академии наук.

67 (к стр. 167). Журнал Русского физико-химического общества, 1906, т. XXXVIII, ч. физ., вып. 1, стр. 28—29. Записка была опубликована ассистентом А. С. Попова Б. И. Зубаревым, выступавшим 24 января 1906 г. на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества с докладом: «Несколько слов о деятельности Александра Степановича Попова в Электротехническом институте».

68 (к стр. 172). А. С. Попов. Сборник документов, стр. 209—212.

69 (к стр. 172). Управляющий Морским министерством вице-адмирал П. П. Тыртов, разрешая переход А. С. Попова в Электротехнический институт, находившийся тогда в ведении Министерства внутренних дел, подчеркивал: «При условии, чтобы г-н Попов продолжал в течение 6 лет руководить этим делом во флоте и лично заниматься в летние месяцы дальнейшей разработкой и обучением» («Изобретение радио А. С. Поповым», стр. 218). Это вполне соответствовало желаниям А. С. Попова. В самом начале, когда он получил приглашение занять кафедру в Электротехническом институте, он раньше, чем просить разрешения морского начальства, первым условием ставил: «Сохранение за мною права оставаться на службе в Морском ведомстве, чтобы продолжать свои занятия по специально возложенному на меня Морским министерством поручению по организации беспроволочного телеграфа на судах русского флота, каковое поручение я считаю своей нравственной обязанностью довести до конца» (там же, стр. 209).

70 (к стр. 172). Доклад был прочитан 20 сентября 1905 г. на 235(285) заседании Физического отделения Русского физико-химического общества. Заседание происходило в Электротехническом институте; председательствовал А. С. Попов, бывший тогда председателем Физического отделения. Текст доклада не сохранился.

СОДЕРЖАНИЕ

Попов Александр Степанович
О беспроволочной телеграфии.

Редактор *М. Д. Карасев.*

Технический редактор *С. Н. Ахламов.*
Корректор *Е. А. Белицкая.*

Сдано в набор 1/VI 1959 г. Подписано к печати 11/IX 1959 г. Бумага 84×108 1/32. Физ. печ. л. 6,875 + 1 вкл. Условн печ. л. 11,38. Уч.-изд л. 11,27. Тираж 3000 экз. Т-06388. Цена книги 7 р. 65 к. Заказ № 3163.

Государственное издательство
физико-математической литературы.
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

Набрано в Первой Образцовой
типографии им. А. А. Жданова
Отпечатано в Московской
типографии № 5 Мосгорсовнархоза.
Москва, Трехпрудный пер., 9
Зак. 1304.

А. С. ПОПОВ

О БЕСПРОВОЛОЧНОЙ ТЕЛЕГРАФИИ

А. С. ПОПОВ